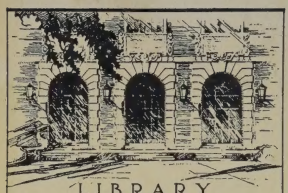


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF ILLINOIS

358.105
RE
v.61

DEPARTMENT OF THE NAVY
BUREAU OF ORDNANCE.

LIBRARY OF CONGRESS
DUPLICATE
EXCHANGED

1304

REVUE D'ARTILLERIE

Paraissant le 15 de chaque mois

TRENTE ET UNIÈME ANNÉE

TOME 61. — 1re LIVRAISON

Octobre 1902

BERGER-LEVRAULT & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS (6e)
RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY
RUE DES GLACIS, 18

1902

SOMMAIRE DE LA LIVRAISON D'OCTOBRE 1902.

Pages.

I. — **Le Matériel français de 75**, par le général José M. Pérez, de l'armée mexicaine 5

II — **La nouvelle artillerie de campagne italienne. — Manuel de tir**, par le lieutenant d'artillerie M. Blais 27

III. — **Méthode de correction automatique de la dérivation et de l'influence du vent**, par le lieutenant d'artillerie L. Bourdelles. 54

IV. — **Renseignements divers.** — *Italie :* Nouvelles désignations du matériel d'artillerie. 69

V. — **Nécrologie.** — M. le général de brigade Herment . . . 71

BIBLIOGRAPHIE. — Tableau des abréviations (v). — I. Bulletin des livres (viii). — **A) Notices bibliographiques.** — *Les événements militaires en Chine,* par les capitaines J. Cheminon et G. Fauvel-Gallais (viii). — *Capitulation de Baylen,* par le lieutenant-colonel Clerc (viii). — *Manuale di tiro,* par le capitaine de frégate G. Ronca, avec un appendice sur la *Nomographie,* par le professeur G. Pesci (ix). — *Determinazione sperimentale del campo di tiro per nuove armi portatili,* par le major I. Casali, de l'armée italienne (x). — *Das militärische Verkehrswesen der Gegenwart,* par le capitaine Engels (xi). — *Feld-Taschenbuch für Officiere des Geniestabes und der Pionnier-Truppe* (xi). — **B) Livres nouveaux.** v

II. — Bulletin des articles (xiii). — **B) Revue des revues françaises** (xiii). — **C) Classement par rubriques des principaux articles de revues et publications** (xviii) xiii

PARTIE OFFICIELLE. — I. Renseignements extraits du *Bulletin officiel du Ministère de la guerre.* 5

§ 1. Sommaire des principaux articles. 5

§ 2. Extraits des décrets, décisions, circulaires, etc. 7

II. Promotions, mutations et radiations (du 11 septembre au 10 octobre 1902) 10

III. Tableaux d'avancement 23

IV. Tableaux de concours. 24

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION A LA REVUE D'ARTILLERIE

Chaque livraison mensuelle comprend sept feuilles (112 pages) d'impression in-8 avec figures dans le texte et hors texte.

Prix par an : **20** fr ; pour les pays faisant partie de l'Union postale, **22** fr ; pour les autres pays, le port en sus.

Des abonnements au prix réduit de **12** fr pour l'intérieur et l'Algérie (le port [**3** fr] en sus dans les colonies) seront délivrés aux officiers français des armées de terre et de mer, aux officiers en retraite, démissionnaires, de réserve, d'armée territoriale, et aux anciens militaires de tous grades.

Aussitôt que la dernière des 12 livraisons aura paru, le prix de l'année écoulée sera porté à **20** fr et la réduction ne pourra plus être réclamée.

On s'abonne chez les éditeurs : à **Paris** (6e), rue des Beaux-Arts, 5, et à **Nancy**, ainsi que chez les principaux libraires à l'étranger.

S'adresser, pour tout ce qui concerne la rédaction, au chef d'escadron, **chef du service de la Revue d'artillerie**, 1, Place St-Thomas-d'Aquin, à Paris (7e).

REVUE

D'ARTILLERIE

By Transfer.
APR 5 1911

REVUE

D'ARTILLERIE

Paraissant le 15 de chaque mois

TRENTE ET UNIÈME ANNÉE

—

TOME 61

(Octobre 1902 — Mars 1903)

BERGER-LEVRAULT & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS (6e)
RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY
RUE DES GLACIS, 18

1902

358.105
RE
v.61

LE
MATÉRIEL FRANÇAIS DE 75

CONFÉRENCE

faite à Mexico, en juin 1902, par le général José M. Pérez.

Pour faire suite aux articles que nous avons publiés sous le titre *Une opinion italienne et une opinion allemande sur le canon à tir rapide* (1), nous croyons intéressant de mettre aujourd'hui sous les yeux des lecteurs de la *Revue* la reproduction *textuelle* d'une conférence faite, le 7 juin 1902, à Mexico par le général *José M. Pérez*, de l'artillerie mexicaine. (*N. d. l. R.*)

Le capitaine Aguillon, il y a deux semaines, vous a tracé, dans une élégante conférence, l'histoire du matériel d'artillerie de campagne depuis les guerres napoléoniennes jusqu'à l'époque actuelle.

Importance du rôle de l'artillerie.

Il vous a fait valoir combien grande avait toujours été l'importance de cette artillerie dans le gain des batailles. Vous avez vu, par les exemples qu'il vous a donnés, que c'était surtout pour avoir employé leur artillerie d'une manière géniale que certains généraux avaient mérité le titre de « grands capitaines » et assuré à leur pays d'inoubliables victoires.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. 60, p. 321 et 373.

251534

Si telle a été l'importance de l'artillerie, même lorsque le matériel était en quelque sorte en enfance, que les canons n'avaient qu'une faible portée et une précision plus que médiocre, que leurs projectiles, qui nous paraissent aujourd'hui barbares, ne donnaient à leur point de chute que quelques gros éclats irréguliers, quelle ne sera pas son importance à l'heure actuelle ? Non contents d'avoir donné au canon de campagne, lors de la dernière évolution du matériel d'artillerie, une portée plus que suffisante, une précision excellente, et enfin des projectiles d'une efficacité redoutable, tous les pays du monde viennent de faire ou sont en train de faire un autre pas en avant par l'adoption d'un matériel d'artillerie de campagne à tir rapide, capable de produire des effets beaucoup plus terribles encore.

Je suis persuadé que, dans les guerres de l'avenir, l'importance du rôle de l'artillerie de campagne sera considérablement accrue, et cela dans une proportion qu'il est non seulement impossible d'évaluer, mais même difficile d'imaginer.

On a dit maintes fois que l'armement de l'infanterie avait fait de tels progrès qu'ils étaient capables de contre-balancer ceux de l'artillerie; je ne le pense pas. Tout en reconnaissant les qualités immenses du fusil moderne qui, grâce à sa portée considérable, à la précision de son tir, et à la tension de sa trajectoire, permet à un bon tireur d'obtenir sur le stand des résultats bien supérieurs à ceux qu'il pouvait espérer avec un fusil de modèle antérieur; tout en reconnaissant que l'emploi de la poudre sans fumée, le tir à répétition, la légèreté des munitions (qui permet au fantassin d'en porter un nombre beaucoup plus grand que jadis) sont loin d'être des données négligeables dans l'appréciation de l'effet que l'on peut attendre des feux de l'infanterie, je ne crois pas, je le répète, que l'importance de son tir puisse augmenter proportionelle-

ment aux progrès de l'arme, comme c'est le cas pour le tir de l'artillerie. Quelque perfectionné que soit le fusil, il est entre les mains d'un homme; et cet homme, au cours de la lutte, se fatigue, s'excite, échappe à toute direction réelle et efficace du feu, finit le plus souvent par tirer sans viser. S'il est évident que les balles qui sillonneront l'air des champs de bataille futurs seront plus nombreuses et iront plus loin que par le passé, il n'est nullement prouvé jusqu'à ce jour que, sur un objectif déterminé, elles seront beaucoup plus efficaces.

Les conditions sont toutes différentes pour le tir de l'artillerie. Alors que dans l'infanterie l'officier joue un rôle secondaire au point de vue du tir et que le soldat a une influence individuelle prépondérante, les rôles sont complètement renversés dans l'artillerie. Là, sans conteste, l'officier a le rôle principal : le soldat, le pointeur lui-même, n'a qu'un travail de manœuvre tout à fait accessoire, un rôle technique absolument secondaire ; si fatigué et si énervé qu'il soit par les émotions du champ de bataille, il lui sera toujours relativement facile de le remplir.

Il faut bien remarquer en outre que, dans une batterie, il y a un officier pour chaque section de deux pièces, que cet officier peut et doit à chaque moment en vérifier le pointage, ce qui permet de garder au feu toute son efficacité. En outre, le tir est absolument dans la main du capitaine ; celui-ci l'allonge ou le raccourcit à volonté, le promène à droite ou à gauche, l'accélère ou le ralentit, le fait cesser brusquement pour le faire reprendre le moment d'après sur un autre objectif. La batterie reste immobile, collée au sol, et ne peut se déplacer sans un ordre formel. Donc, par son essence même, l'artillerie est l'arme qui échappe le moins pendant le combat à la main de son chef ; l'officier y est tout, l'homme presque rien.

Aussi longtemps que durera la lutte, l'artillerie, à con-

dition qu'elle ait de bons cadres, sera capable de produire par son feu des résultats analogues à ceux qu'elle obtenait sur le champ de tir.

Si donc l'importance de l'artillerie de campagne a considérablement augmenté et si les effets qu'elle peut produire sur le champ de bataille sont en proportion directe de la valeur de son armement, il en résulte que l'étude des qualités que doit posséder à l'heure actuelle un matériel d'artillerie de campagne est une question d'intérêt capital pour les artilleurs. Mais avant d'examiner avec vous ce sujet, jetons d'abord un coup d'œil rapide sur l'évolution qui s'est produite.

*
* *

Évolution de l'artillerie à la fin du XIXe siècle.

Les anciens matériels d'artillerie datent de 20 à 25 ans, et jusqu'en 1890, dans aucun pays il ne s'est réalisé de changements importants dans l'armement en service. Quelques nations cherchèrent pourtant à améliorer le fonctionnement de leur matériel; d'autres en supprimèrent certains types dans un but d'unification; toutes améliorèrent leurs munitions, remplacèrent la poudre noire par la poudre sans fumée, et construisirent des obus à balles perfectionnés. Mais ce n'étaient là que des améliorations et non des changements sérieux.

Le fonctionnement des pièces restait à peu près le même. Les affûts, dans lesquels on avait remplacé les sabots d'enrayage par des freins à patins, et qu'on avait munis de bêches de crosse à ressorts, reculaient moins, sautaient davantage et il fallait toujours s'en éloigner au moment du tir, puis on devait, le coup parti, les ramener en batterie.

Le pointage était moins gêné par la fumée, mais il fallait le refaire complètement à chaque coup.

Les projectiles donnaient quelques balles de plus, mais,

pour les bien tirer, il fallait employer le même temps, ou à peu près le même temps que jadis.

Les règles de tir des diverses artilleries s'étaient également modifiées depuis l'adoption du matériel, mais avec les canons à tir lent, le tir sur but fixe était seul d'une exécution facile ; le tir fusant sur but mobile à grande distance restait toujours difficile et par conséquent d'une efficacité douteuse.

D'ailleurs, je n'ai pas besoin d'insister. Vous connaissez tous le type de ces anciens matériels et ce qu'ils peuvent donner, puisqu'en 1879 le Mexique a adopté le meilleur des divers modèles qui armaient alors les artilleries européennes : notre matériel de Bange doit maintenant être remplacé, mais il fut en son temps un excellent matériel.

Matériels à déformation.

Comme je l'ai dit plus haut, jusqu'en 1890 les artilleries européennes restèrent à peu près stationnaires, et ce n'est que vers cette époque que les premiers mouvements, précurseurs de la transformation actuelle, commencèrent à se faire sentir. On se mit alors à parler beaucoup en France et en Allemagne de l'étude des nouveaux canons de campagne. L'idée d'interposer un frein entre la pièce et l'affût (depuis longtemps mise en pratique sur les canons de marine) commença à se répandre ; on l'accueillit avec faveur et on la préconisa en France, tandis qu'on la repoussait énergiquement en Allemagne.

Cependant, les années s'écoulaient. On apprit vaguement que la France avait adopté en 1891 deux nouveaux matériels, obusiers de 120 et de 155, munis de freins avec récupérateurs à air placés entre la pièce et l'affût, et que les études se poursuivaient pour l'établissement d'un matériel de campagne basé sur le même principe.

On savait également qu'en Allemagne on faisait des essais avec de nouvelles pièces et, sans en parler directement, les publications militaires et industrielles de ce

pays continuaient à combattre énergiquement l'idée de mettre des freins hydrauliques sur des matériels de campagne.

Il était dès ce moment visible qu'il devait y avoir une sérieuse différence entre les études poursuivies dans chacun de ces deux grands pays, et tandis que la France recherchait son matériel idéal bien loin en avant de ce qui avait été fait jusqu'alors, l'Allemagne, attachée aux idées qui avaient présidé à la construction des anciens matériels, repoussait l'avenir et le progrès *au nom de l'expérience*.

Matériel allemand 96.

Ce n'est qu'en 1897 que l'on apprit que ces deux nations, suivant chacune indépendamment leur voie, avaient décidé de réorganiser complètement leur artillerie de campagne; qu'elles avaient, après de longues études tenues secrètes et des expériences prolongées, adopté chacune leur modèle, et poussaient avec une activité fébrile la construction de leur nouvel armement.

L'Allemagne était la première en date, son nouveau matériel ayant été adopté en 1896, tandis que le matériel français ne datait que de 1897. Dès le début, elle ne le cacha pas et, peu de temps après son adoption, le nouveau canon était présenté par l'Empereur aux attachés militaires.

Étudié et construit avec le plus grand soin, ce matériel comportait un canon en acier au nickel, le meilleur métal à canon à ce moment. La culasse (toujours à coin) était à manœuvre simple et rapide. La poudre était contenue dans une douille métallique, ce qui supprimait l'obturateur et accélérait considérablement l'opération de la charge. L'affût, qui permettait à la pièce de se déplacer d'une petite quantité à droite et à gauche de sa position médiane, était muni d'un frein à patins et d'une bêche articulée qui pouvait être abaissée ou relevée à volonté. On

ne se servait généralement pas de cette dernière pour le tir à grande distance, ce tir s'exécutant comme avec les anciens matériels en ramenant chaque fois la pièce à bras à sa position primitive ; on l'employait seulement dans le cas où la batterie était attaquée à courte distance. L'affût ne reculait plus, mais se cabrait en se dépointant : on ne s'occupait guère de ce dépointage, car le tir rapide ne s'exécutait qu'à courte distance et le matériel pouvait lancer ainsi de 8 à 10 projectiles à la minute.

Tel est dans ses grandes lignes le dernier matériel allemand, celui qui parut le premier dans l'évolution actuelle de l'artillerie, et que l'on doit justement qualifier de matériel *à chargement rapide,* et non à tir rapide.

Matériel modèle 1897.

Comme je viens de le dire, le matériel français le suivit à un an de distance ; mais autant il était facile d'avoir des renseignements sur le canon allemand, autant il était difficile d'en obtenir sur le nouveau canon français. On savait qu'on le fabriquait avec une grande activité, mais le modèle lui-même restait enveloppé d'un profond mystère. Au début, on ne connaissait à peu près rien des données générales de sa construction, et absolument rien sur les détails. Cependant, peu à peu, morceau par morceau, ceux qui s'intéressaient particulièrement aux questions d'artillerie finirent par apprendre que, comme les obusiers adoptés précédemment, le nouveau canon était muni entre la pièce et l'affût d'un frein avec récupérateur à air ; que, grâce à ce frein, à une bêche de crosse bien appropriée et à des sabots de forme spéciale que l'on plaçait sous les roues en mettant la pièce en batterie, ce matériel restait absolument immobile pendant le tir. Les servants pouvaient alors demeurer assis sur l'affût, protégés par des masques ; avec des hommes bien exercés on avait atteint la vitesse de 30 coups à la minute et, dans ces conditions, sans rectifier le pointage, les projectiles

recueillis sur une cible à courte distance passaient tous par le même trou.

Le matériel possédait de plus un caisson à rabattement qui, à sa position de combat, protégeait les servants chargés de distribuer et de préparer les munitions ; il comprenait, en outre, un appareil automatique pour le réglage des fusées ainsi que des appareils de visée et de pointage très perfectionnés, qui permettaient de faire facilement du pointage indirect et de lancer à la volonté du capitaine un tir fusant d'une rapidité terrible sur l'objectif, qu'il fût ou non visible de la batterie.

On sut enfin que l'artillerie française avait complètement transformé les méthodes de tir jusqu'alors en usage ; que son procédé de combat favori consistait à se masquer derrière une crête, d'où, invisible de l'ennemi, elle pouvait déchaîner brusquement sur lui des rafales de projectiles, le tir ne durant qu'une ou deux minutes, mais ne laissant rien, ou presque rien, là où il avait passé. C'était un véritable ouragan de fer et de feu : l'ennemi pouvait courir, se déplacer vers l'avant, vers l'arrière ou sur le côté, la batterie ne s'en occupait pas, son feu marchait plus vite que la marche la plus rapide ; elle ne cherchait plus à atteindre un point ou une ligne, mais battait le terrain par zones, zones larges et profondes, sans se plus soucier du mouvement de l'ennemi à l'intérieur de la zone battue, que la vague ne se soucie du déplacement de la barque qui, à force de rames, cherche à l'éviter et qu'elle broie infailliblement dans sa marche irrésistible.

Voilà ce que purent apprendre les personnes qui recherchaient avidement des renseignements sur cette nouvelle artillerie. Tout cela paraissait incroyable à première vue ; mais pour ceux qui, après avoir étudié à fond les matériels existants, avaient sondé l'avenir et médité les réformes possibles, tout cela était réalisable. Il y avait

cependant une chose admirable, c'est que toutes ces transformations aient pu se faire d'un seul coup, que tous ces desiderata aient été réalisés dans un même matériel ; il devait y avoir une étonnante audace d'invention chez le créateur ou les créateurs de cette nouvelle pièce, pour avoir osé ainsi piétiner la routine, repousser bien loin les préjugés et la sagesse du passé, pour avoir enfin exécuté pratiquement ce que les chercheurs d'idéal et les rêveurs les moins timorés en matière d'artillerie avaient considéré jusque-là comme un type de perfection, irréalisable avant bien longtemps.

Et pourtant, tout ce que je viens de rapporter était bien la réalité ; nous en avons la preuve maintenant que, cinq ans après l'adoption de ce matériel, le règlement d'artillerie qui s'y rapporte est rendu public, maintenant que l'on vient de publier le compte rendu de la campagne exécutée en Chine par des batteries du nouveau matériel français. Toutes les qualités qu'on lui avait attribuées, il les possède réellement et il a réalisé tout ce dont on le jugeait capable.

Permettez-moi, Messieurs, de m'arrêter un moment. Depuis longtemps j'avais appris à admirer l'artillerie française qui, après une terrible guerre, rappelée à elle par la dure expérience de la défaite, s'était replacée violemment avec les Reffye, les Castan et les de Bange, avec la mélinite et la poudre sans fumée, à la tête des artilleries européennes dans la voie du progrès. Mais je n'aurais jamais imaginé que, d'un seul bond, elle pût s'élever si haut, et c'est avec un sentiment de sincère admiration que je félicite cordialement et que je salue de bien loin le savant colonel Deport et ses collaborateurs, parmi lesquels je citerai le commandant Sainte-Claire-Deville.

Toutefois, et il n'y a pas à en être surpris, si le nouveau matériel, dès qu'il commença à être connu, rencontra de fervents admirateurs, les détracteurs ne lui manquèrent

pas ; mais les critiques qu'on faisait de lui sont d'autant moins surprenantes qu'elles étaient intéressées, et elles étaient d'autant plus faciles à faire que l'artillerie française laissait attaquer son matériel et ne le défendait pas.

*
* *

Ayant indiqué ainsi très sommairement quelle a été l'évolution suivie par l'artillerie de campagne, je vais maintenant examiner avec vous quelles sont, à mon avis, les qualités que, dans l'état actuel de la science, doit posséder le matériel.

Ce que doit être un matériel d'artillerie moderne.

En deux mots, mon opinion à ce sujet, basée sur une étude approfondie de la question, est que le matériel doit posséder toutes les propriétés du matériel français 97.

Quelles sont-elles ? Je passerai rapidement sur celles d'ordre général qui ne sont pas particulières au matériel d'artillerie à tir rapide : la mobilité, la puissance et la précision.

Les conditions nécessaires pour obtenir cette dernière sont bien connues : il faut surtout, pour la rendre aussi grande que possible, une construction soignée des canons et des munitions ; mais, à part quelques fabriques d'artillerie inexpérimentées ou qui n'attachent pas à cette condition toute l'importance qu'elle mérite, elle est généralement bien remplie.

Quant à la mobilité et à la puissance, qualités précieuses qui se combattent l'une et l'autre, on ne peut les pousser à l'extrême et il faut prendre un terme moyen, en choisissant un poids de matériel qui convienne bien à l'état des chemins du pays et à la force de la race de ses animaux de trait. Quoique les renseignements que l'on possède à ce sujet sur le matériel de l'artillerie française ne soient pas officiels, s'il est vrai, comme on le publie, que pour un poids de la voiture-pièce de

1800 kg, le canon tire un projectile de 7 kg à la vitesse de 530 m, on peut dire qu'il est très mobile pour les excellentes routes de France et la vigoureuse race de chevaux de trait dont dispose l'artillerie, en même temps qu'il est remarquablement puissant eu égard à sa mobilité.

Ceci dit, entrons dans le vif du sujet en examinant une des qualités principales que doit posséder le matériel à tir rapide, je veux dire *la stabilité*.

C'est une chose connue que le matériel français est remarquablement stable et que, dans presque tous les terrains, après que l'affût s'est fixé au sol par le tir du premier ou des deux premiers coups, le dépointage en direction est toujours nul et le dépointage en hauteur très faible, lorsqu'il n'est pas également nul. C'est là une propriété admirable qui simplifie considérablement les fonctions du pointeur et permet d'assurer à chaque coup, dans le tir le plus rapide, la même efficacité qu'en tir lent.

Cependant je regrette que le peu de temps dont je dispose ne me permette pas de vous indiquer ici comment peut être obtenue cette qualité si précieuse et qui est d'une réalisation plus difficile qu'on ne pourrait le croire au premier abord. En effet, il faut non seulement que l'affût ne recule pas au départ du coup, mais encore que la crosse, après s'être fixée au sol, ne continue pas à s'y enfoncer, et enfin, que les roues ne se déplacent pas latéralement; tout cela quel que soit le terrain, sur un emplacement incliné ou horizontal, sur un sol dur ou mou, en un mot, sur les différents terrains que l'on rencontre en campagne. Mais une description, même sommaire, des dispositifs et des organes que doit posséder le matériel pour donner un tel résultat nous entraînerait bien loin, et m'obligerait à sortir du cadre de cette conférence pour entrer dans des détails trop techniques.

Toutefois, sans examiner les moyens que l'on peut employer pour réaliser la stabilité, je dois vous dire qu'il est d'une importance capitale que cette stabilité soit aussi grande que possible et qu'elle se rapproche de très près de la stabilité idéale, où le mouvement de la pièce, entre deux coups consécutifs serait rigoureusement nul. Entre *une pièce qui ne se dépointe pas et une pièce qui se dépointe peu,* il y a un abîme au point de vue de la précision que l'on peut obtenir en tir rapide. En effet, pour corriger pendant le tir rapide le dépointage en direction, en même temps que le dépointage en hauteur, il faudrait un pointeur extraordinairement habile : il faudrait qu'en une seconde ou deux, avec le bruit du canon qui l'assourdit et la poussière qui l'aveugle, il appréciât le sens de ces deux mouvements pour les corriger exactement. Cela est plus que difficile, c'est pratiquement impossible ; gêné par la poussière et par le bruit, énervé par le désir de tirer aussi vite que possible, le pointeur se trouble, se trompe, ne voit plus bien dans quel sens il doit faire les corrections. Il augmente les écarts au lieu de les supprimer, et le tir rapide perd sa précision au grand détriment de ses effets ; au lieu que son efficacité soit, comme pour le matériel complètement stable, proportionnelle à sa rapidité, elle disparaît avec la rapidité, et les projectiles tirés trop vite sont des projectiles perdus pour les panneaux, en temps de paix, et pour l'ennemi en temps de guerre.

J'insiste encore sur ce point à cause de son importance ; il est indispensable que sur presque tous les terrains, durs ou mous, horizontaux ou inclinés, il ne soit plus utile au bout de quelques coups de repointer la pièce en direction, et que le dépointage en hauteur soit dans la plupart des cas excessivement faible : il faut que la pièce reste aussi invariablement dirigée en direction sur le but que si elle était fixée au sol par des attaches d'acier reliées à des masses de béton. Avec une pièce qui se dé-

pointe — même légèrement — on pourra tirer aussi vite, mais on aura bien des chances de tirer mal !

Qu'on n'aille pas conclure de ce que j'expose plus haut que le matériel peut et doit avoir, dans tous les cas absolument, dans le sable très meuble et sur le rocher cette stabilité complète ; certainement non, cela est tout à fait impossible, mais ces cas sont exceptionnels dans la pratique, et quatre-vingt-dix-neuf fois sur cent les commandants de batteries pourront éviter de placer leurs pièces sur ces emplacements nettement défavorables. Dans tous les autres cas, avec un matériel remplissant les conditions indiquées, on aura la certitude d'obtenir au bout de quelques coups la stabilité absolue.

Au contraire, quand ces conditions ne sont pas remplies, toute sécurité disparaît : certaines pièces d'une batterie pourront rester stables, mais d'autres iront à droite ou à gauche ; dans la poussière soulevée par le tir rapide, les pointeurs eux-mêmes ne s'en apercevront pas ; les pièces se déplaçant à leur fantaisie, le terrain sera irrégulièrement battu et les belles méthodes de tir de l'artillerie française, méthodes caractéristiques dont je vous parlerai tout à l'heure, deviendront pratiquement inapplicables.

Le fauchage.

Mais à quoi servirait une grande rapidité de tir si chaque pièce restait dirigée sur le même point et, sans changer son pointage, venait y accumuler ses projectiles ? Même si le tir était parfaitement réglé, les coups en se superposant ne viendraient pas ajouter leurs effets. A quoi sert de mettre dix balles ou cent balles dans le corps d'un homme qui en a déjà reçu une ou deux? On ne le tuera pas deux fois ; à l'exception de celle qui l'a mis hors de combat, toutes les autres sont perdues et, sauf les premiers projectiles, tous ceux que l'on tire au même endroit sont dépensés inutilement. Mais, d'autre part, si

les premiers projectiles de la salve n'ont produit aucun effet sur le but, tous les autres seront également perdus. Or les difficultés de réglage sur les buts qui se présentent en campagne sont énormes : comment régler le tir avec précision sur des groupes discontinus de tirailleurs qui courent pendant quelques instants et le moment d'après sont couchés et invisibles? Sur quoi pointer, d'après quoi apprécier les écarts des projectiles ?

Le tir rapide dans ces conditions ne serait-il pas un leurre et ne conduirait-il qu'à une dépense de munitions toujours exagérée, soit parce que, les premiers coups étant bons, les autres étaient inutiles, soit parce que le tir était mal réglé et que tous seront perdus?

C'est pour cela, Messieurs, que le tir rapide sans changer de hausse n'est prescrit par les règlements français que dans le cas particulier de buts parfaitement définis, immobiles, et sur lesquels l'observation du sens des écarts est facile : il se réduit dans ce cas à des salves de deux coups par pièce, nombre de coups suffisant, si le tir est bien réglé, pour mettre l'ennemi hors de combat. De même, sur des buts étroits et profonds, le tir se fait par séries de deux projectiles tirés à chaque distance, mais, dans le cas général de buts larges et de dimensions mal définies, on ne tire qu'un projectile sur chaque point. Dès qu'une pièce a tiré, elle se déplace latéralement d'une certaine quantité, ce qui s'exécute facilement rien qu'avec un nombre déterminé de tours de manivelle de pointage en direction, et le second projectile vient éclater à côté du premier, balayant une zone de terrain que les balles du précédent avaient insuffisamment battue; puis, un nouveau déplacement en direction, et le troisième projectile vient éclater à une certaine distance du second, étendant encore son effet en largeur. Ce déplacement systématique du tir en direction permet à chaque pièce de battre complètement 50 m en largeur à la distance de

2 500 m et, comme toutes les pièces exécutent à la fois les mêmes mouvements en se déplaçant parallèlement, une batterie de 4 pièces, qui n'occupe que 36 m de front, couvre en tir rapide une surface de terrain de 200 m de largeur. L'artillerie française a donné à ce genre de tir le nom expressif de *tir fauchant,* et ce sont bien de véritables coups de faux que donnent sur le terrain les shrapnels de la batterie, ne passant pas deux fois au même point et, après avoir battu un endroit, se déplaçant de la quantité nécessaire pour battre une zone voisine.

Mais la zone de terrain complètement battue par ce genre de tir n'a qu'une profondeur de 100 à 150 m, qui est celle de la gerbe des balles, et il y a bien des cas où on ne peut être sûr du réglage du tir avec cette approximation. En outre, l'ennemi pouvait se trouver tout près d'une des limites de la fourchette, et un mouvement rapide a pu l'en faire sortir avant l'exécution du tir d'efficacité; enfin, il y a souvent derrière la première ligne sur laquelle le tir est dirigé des réserves qu'il y a intérêt à battre du même coup.

Tir progressif avec fauchage.

Pour toutes ces raisons, il est avantageux de promener le tir rapide non seulement en largeur, mais encore en profondeur : on détermine la position du but avec une approximation de 200 m en portée et, revenant après le réglage de 100 m en arrière par rapport à la limite courte de la fourchette, on bat tout le terrain qui se trouve en avant sur une profondeur de 400 m ; non seulement l'artillerie est presque sûre ainsi de détruire les premières lignes, mais encore les réserves qui se trouvaient derrière elles, prêtes à les renforcer. Donc après avoir, comme je l'ai dit, tiré une première série de 3 coups par pièce (de 12 coups pour la batterie), répartis en largeur, la batterie allonge son tir de 100 m et le même fauchage recommence ; puis on allonge le tir de 100 m, et le troisième fauchage, suivi enfin d'un quatrième (ce dernier tiré par

conséquent à une distance de 300 m du premier), sont exécutés sans interruption. Le tir s'arrête alors de lui-même sans commandement. C'est le *tir progressif avec fauchage,* comme l'appelle le règlement français : il progresse en effet de 100 m toutes les dix secondes, fauchant régulièrement l'ennemi sur une largeur de 200 m. Il s'éloigne de la batterie avec la vitesse d'un cheval au galop de charge, ramassant tout sur son passage; en une demi-minute environ, une zone de 400 m de profondeur et de 200 m de largeur a été balayée par les balles et, à moins d'une très grossière, et par conséquent très improbable erreur de réglage (il faudrait pour cela que l'objectif contre lequel le tir était dirigé ne se soit pas trouvé dans cette zone de 8 hectares), l'ennemi, est anéanti, car il a perdu sûrement la moitié ou les trois quarts de son effectif, et cet excellent résultat a été obtenu par un tir rapide de 12 coups par pièce, 48 coups pour la batterie.

Notez bien que pour qu'un tel tir donne, avec des pointeurs quelconques, les résultats attendus, il est indispensable que la stabilité du matériel soit absolue et que les canons ne se dépointent pas eux-mêmes par l'effet du tir, mais ne se déplacent qu'en obéissant aux tours de manivelle que leur donnent les pointeurs, sinon, au lieu de se distribuer régulièrement dans l'espace, les projectiles des diverses pièces se rapprocheront trop ou s'éloigneront trop les uns des autres. Plusieurs shrapnels viendront éclater à peu près au même endroit, à côté de zones de grande étendue qui ne recevront que quelques balles et, si l'ennemi se trouve dans une de ces zones, la batterie pourra avoir dépensé ses munitions en pure perte ; si le but est une autre batterie, le cas est encore plus grave, car celle qui a manqué son tir dans ce duel à mort risque de ne plus pouvoir le recommencer et d'être réduite au silence avant de s'être aperçue des maigres résultats qu'elle avait obtenus.

Rôle du personnel au tir.

En écoutant la description que j'en ai faite, beaucoup de mes auditeurs, certainement, ont pensé que l'exécution de ce tir devait être très difficile et qu'on risquait fort de s'embrouiller, soit dans les commandements, soit dans leur exécution, puisqu'il faut non seulement donner trois tours de la manivelle de pointage en direction entre deux coups consécutifs, mais qu'il faut encore, tous les trois coups, changer la hausse et la graduation de la fusée et modifier l'angle de la pièce. Il leur semble donc qu'il est nécessaire pour exécuter correctement ces opérations d'avoir des pointeurs extraordinaires, même lorsqu'il s'agit d'un tir de polygone, et qu'en temps de guerre on se trompera encore beaucoup plus sûrement ; ce tir leur paraît donc peu pratique et son exécution en service courant presque impossible.

Il est au contraire, comme je vais le montrer, d'une exécution facile avec un matériel approprié ; le travail étant bien réparti entre les servants, chacun d'eux n'aura que très peu de choses à faire. J'ai déjà indiqué la partie principale des fonctions du pointeur, ses trois tours de manivelle entre deux coups consécutifs pour promener le tir en direction ; en dehors de cela, il n'a qu'à veiller à ce que la bulle d'un niveau qui se trouve sous ses yeux reste entre ses repères et à l'y ramener si elle s'en écarte. Cela est certainement beaucoup plus facile que le tir rapide sans changer de hausse avec une pièce qui se dépointe, car c'est un travail purement mécanique où l'homme sait d'avance ce qu'il a à faire.

Le pointeur ne s'occupe ni de la distance ni des changements de la distance de tir, c'est le premier servant de droite qui en est chargé ; ce dernier a devant lui un cadran divisé en portées, et un petit mouvement de la manivelle correspondante, lorsque, tous les trois coups, le chef de la pièce annonce la nouvelle distance de tir, déplace à la fois l'index qui la marque et le canon, en lui donnant l'angle correspondant.

Il en est de même pour le servant chargé de régler les fusées, qui a devant lui un cadran semblable à celui dont je viens de parler. En entendant commander la nouvelle portée, les deux servants tournent ensemble leur manivelle et, tandis que l'angle de la pièce est changé, la longueur de la composition fusante que l'appareil de réglage laissera aux fusées est modifiée ; ces opérations sont si rapides qu'elles se confondent avec les commandements, non seulement sans arrêter le tir, mais sans en ralentir la vitesse.

Voilà ce qu'ont à faire les trois servants principaux : pointeur, servant de culasse et régleur de fusées, chargés de déplacer le tir dans la zone dont le capitaine ne fait que leur donner le point de départ. Nous ne parlerons pas des trois autres; ce sont de simples manœuvres dont les fonctions ne changent pas, quel que soit le genre de tir exécuté. Il n'y a donc pour les soldats aucune difficulté ni aucune complication.

Il y en a encore moins pour le capitaine, car il n'a pas de commandements à faire au cours de ce tir, qui est d'une exécution mécanique toujours la même ; il ne lui est pas plus difficile de le faire exécuter qu'au mécanicien de mettre en marche une puissante machine en poussant un levier de manœuvre. Après avoir vérifié par quelques salves de réglage que le but se trouvait bien, comme il le supposait, entre 2 300 et 2 500 mètres, par exemple, il commande :

« Tir progressif. — Fauchez. — 2 200. »

Et les 12 coups par pièce, les 48 coups pour la batterie, partent à toute vitesse, couvrant de balles la zone de 8 hectares dans laquelle la présence de l'ennemi a été reconnue, sans autre indication que celles des chefs de pièce qui, tous les trois coups, annoncent la nouvelle distance : 2 300, 2 400, 2 500. Peut-on rêver quelque

chose de plus simple, et n'est-il pas évident que n'importe quelle troupe est capable de bien exécuter ce tir ?

Quelque intéressante que puisse être la description, même sommaire, des appareils employés pour réaliser entre les servants cette division du travail, qui est absolument indispensable pour que ce tir puisse s'exécuter couramment et sans difficultés, je suis obligé de m'arrêter, car j'entrerais là dans le domaine de l'artilleur technique et du constructeur, spécialement chargés de réaliser les desiderata du tacticien. Je vous ferai seulement remarquer que les appareils qui permettent d'obtenir ce résultat, connus depuis la publication du règlement français, ont donné en service courant les meilleurs résultats, et qu'en simplifiant considérablement le travail des soldats et de leurs chefs, ils leur permettent avec un moindre effort de décupler l'effet qu'ils étaient capables de produire.

Pointage indirect.

Il me reste encore à vous parler d'une des propriétés les plus remarquables du matériel français, de l'emploi du pointage indirect.

Ainsi que je vous l'ai fait entrevoir au début de cette conférence, le tir foudroyant que je viens de vous décrire peut être facilement exécuté sans que la batterie soit vue de l'ennemi et avec des pièces complètement cachées à quelque distance derrière une crête de terrain. Seul le capitaine a besoin de voir ; tout le reste du personnel, caché par la crête, abrité derrière ses masques contre les balles, ignore aussi bien l'emplacement que la nature de l'ennemi. Ce capitaine, placé à quelques mètres en avant de ses canons, est comme le commandant d'un navire sur sa dunette et, de même que celui-ci fait évoluer facilement son bateau par ses seuls commandements, sans que les mécaniciens actionnant dans les profondeurs du navire les machines et le gouvernail sachent où ils vont,

de même le commandant de batterie promène son feu sur l'ennemi sans que ceux qui exécutent ses ordres sachent sur quoi ils tirent.

Quel effet peut avoir sur une batterie ainsi abritée l'influence psychologique du champ de bataille, et pourquoi son tir ne serait-il pas le même qu'au polygone ? Il ne peut y avoir là-dessus aucun doute : le principal résultat que l'on obtient en masquant les batteries n'est pas tant de diminuer leurs pertes que d'augmenter, par le calme et la sécurité qu'on leur donne, l'efficacité de leur tir. D'autre part, en même temps que ce tir sera plus efficace, il est évident qu'il sera beaucoup plus démoralisant pour l'ennemi : un tir qui vient d'un ennemi invisible et auquel on ne peut riposter doit être terrible ; il doit produire un effet moral effrayant sur les troupes qui y sont exposées et reçoivent des grêles de balles sans savoir d'où elles viennent.

Les difficultés pratiques qui avaient toujours semblé s'opposer à l'emploi courant de ce genre de tir, l'artillerie française les a complètement résolues. Le capitaine, qui voit le but, choisit un point bien visible des pièces de sa batterie, quelle que soit d'ailleurs la position de ce point par rapport à l'objectif ; qu'il soit dans la même direction, sur le côté ou en arrière de la batterie, cela n'a aucune importance. Il mesure, avec sa lunette de batterie par exemple, l'angle que forment les deux lignes qui le joignent au but et au point de pointage qu'il a choisi et transmet cet angle à la batterie. Les pièces ont des appareils de visée spéciaux qui leur permettent de reporter l'angle indiqué par le capitaine ; les pointeurs, ayant donné cet angle sur les appareils, dirigent tous leurs lignes de visée sur le point de pointage convenu, et les pièces se trouvent ainsi bien pointées dans la direction de ce but que le capitaine seul connaît. En augmentant ou en diminuant de quelques divisions l'angle donné

à chacune des pièces, le capitaine fait à volonté diverger ou converger leurs directions respectives de manière à bien battre toute la largeur du front de l'ennemi ; enfin, au point de vue du pointage en hauteur, comme les pièces sont toujours pointées au niveau, qu'elles voient ou non le but, il n'y a rien de changé. Le tir peut donc commencer : quelques salves sont nécessaires pour encadrer le but dans une fourchette de 200 m, et le tir rapide se déchaîne ; une demi-minute plus tard les 48 projectiles de cette batterie auront couvert de leurs balles le terrain sur lequel l'ennemi a été découvert.

*
* *

Tel est le tir le plus intéressant de tous ceux qu'une batterie française peut exécuter avec son matériel de campagne ; j'ai dû naturellement laisser de côté beaucoup de points secondaires malgré l'intérêt qu'ils présentent, et notamment les moyens employés pour que ce mécanisme de tir général puisse facilement s'appliquer à tous les cas particuliers qui peuvent se présenter en campagne, mais j'en ai assez dit pour vous faire sentir et comprendre les progrès réalisés. De même, au point de vue du matériel, je n'ai pu que vous indiquer rapidement les résultats qu'il donne sans entrer dans la description des appareils employés, mais je devais absolument m'abstenir de vous donner des explications techniques qui auraient risqué de fatiguer votre attention.

Résumé.

Je me résume en disant que les qualités que je considère comme les principales de celles que doit posséder un nouveau matériel d'artillerie de campagne sont les suivantes :

Stabilité absolue du tir sur presque tous les terrains, de manière que le pointeur n'ait pas de dépointage en

direction à corriger pendant le tir rapide, et n'ait que peu de chose à faire pour assurer au pointage en hauteur une précision rigoureuse;

Répartition des fonctions du pointeur entre les deux premiers servants, afin que le tir progressif avec fauchage puisse s'exécuter facilement et avec une rapidité presque égale à celle du tir sans changement de hausse;

Possibilité d'employer le pointage indirect avec la même rapidité que le pointage direct;

Correspondance des graduations des divers appareils, afin que l'exécution des tirs soit facile et que les chances d'erreur soient très faibles;

Protection des servants par des masques sur l'affût et par le blindage des caissons.

Messieurs, j'ai terminé et il ne me reste plus qu'à vous exprimer le vœu véhément et sincère que le matériel que nous posséderons réunisse toutes les qualités que j'ai énumérées, car il aura pendant de longues années l'honneur de contribuer à assurer notre indépendance et de nous aider à maintenir haut et ferme le drapeau de notre cher pays.

LA

NOUVELLE ARTILLERIE DE CAMPAGNE

ITALIENNE

MATÉRIEL DE 75 A (1) MIS EN SERVICE EN 1901

MANUEL DE TIR

(Du 16 novembre 1901).

GÉNÉRALITÉS SUR LA MANŒUVRE ET LE TIR

Service de la pièce.

Le service de la pièce est exécuté normalement par cinq servants, plus un chef de pièce (2). Les servants portent les numéros 1, 2, 3, 4, 5. Le n° 1 est l'ancien pointeur-servant du canon français de 90; le n° 2 est le pointeur; le n° 3 ouvre et ferme la culasse; les n°s 4 et 5 sont à la fois pourvoyeurs et chargeurs. Le chef de pièce est chargé de régler les fusées. Un garde-coffre au caisson assure la distribution des munitions.

La pièce étant en batterie, l'avant-train ou le caisson

---

(1) Voir la description du matériel de 75 A dans la *Revue d'artillerie*, t. **60**, p. 90 et 184.

(2) Le service de la pièce peut se faire avec moins de cinq servants. Le règlement prévoit le cas où l'on n'emploie que 5, 4 ou 3 hommes, chef de pièce compris.

d'approvisionnement (1) est placé en arrière d'elle (à 18 pas pour l'avant-train ; à 24 pas pour le caisson). Les servants sont ordinairement debout ; mais on peut, pour les rendre moins vulnérables, les faire mettre à genoux à un moment donné.

Chaque homme doit pouvoir remplir tous les postes ; toutefois, vers la fin de l'instruction, on les spécialise un peu dans telle ou telle fonction.

Le règlement de manœuvre italien est encore très formaliste : c'est ainsi que pour pointer, le n° 2 fait un pas en avant avec le pied droit, puis il tourne à gauche en avançant en même temps le pied gauche sous la traverse du frein, etc. De même le n° 1, pour aider au pointage, fait d'abord un grand pas oblique vers la gauche avec le pied gauche, puis un pas de 50 cm environ avec le pied droit en se tournant vers la pièce, etc.

La charge est d'abord enseignée en trois temps, puis on passe à la charge à volonté et enfin à la charge dans le cas du tir rapide.

Un point intéressant est l'emploi de la bêche de crosse, ou celui du frein à cordes. Le règlement admet que la pièce recule de quelques centimètres avec la bêche de crosse abattue, d'un mètre environ si on se sert seulement du frein à cordes. On emploie la bêche quand il y a intérêt à limiter beaucoup le recul (dans le tir rapide (2), ou quand le service de la pièce est assuré par moins de cinq hommes, chef de pièce compris). La bêche est alors employée concurremment avec le frein à cordes. Le frein à cordes seul convient aux autres cas.

---

(1) Il existe en Italie trois sortes de mise en batterie (en arrière, en avant, sur le flanc) et, dans chacune de ces mises en batterie, on opère d'une façon différente selon que l'on veut utiliser les munitions des avant-trains ou celles des caissons.

(2) Le tir rapide, dont il sera parlé plus loin, est toujours exécuté avec bêche de crosse. Il n'y a qu'une exception : quand le tir rapide est commandé à l'improviste et que de plus le frein à cordes est déjà serré, on fait feu en se contentant de ce dernier mode de freinage.

Divers modes de pointage.

Dans le cas général, on emploie le pointage direct à la hausse (en se servant au besoin d'un but auxiliaire).

Quand on ne peut procéder ainsi ou quand on prévoit un changement d'objectif, on a recours à la *plaque de direction* et au *cercle de direction* (1), qui permettent d'utiliser des points de pointage situés d'une façon quelconque sur l'horizon.

Toutes les fois que le pointage n'est pas effectué sur le but même, le pointage en hauteur se fait au niveau.

Procédés de correction du tir.

Les écarts en direction sont corrigés par des variations de dérive (cas du pointage à la hausse) ou d'angle de direction (pointage à la plaque de direction). On tient d'ailleurs compte de la dérivation, de l'inclinaison des roues, etc., par des corrections appropriées (2). Pour les corrections à apporter à la hauteur des points d'éclatement, on dispose du *correcteur* du *régloir* des fusées (3). Rappelons que le règlement italien considère, dans l'éclatement des projectiles, la hauteur au-dessus de l'objectif et l'*intervalle* d'éclatement qui est la distance horizontale du point d'éclatement à l'objectif.

Diverses espèces de feux.

On peut tirer à shrapnels percutants;
à shrapnels fusants;
à obus explosifs (*granata*);
à mitraille.

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. **60**, p. 96 et p. 189.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, t. **60**, p. 187.
(3) Voir *Revue d'artillerie*, t. **60**, p. 201.

Les diverses espèces de feux dont on dispose sont les suivants :

Feu au commandement (*a comando*),

Feu continu (*continuo*),

Feu par décharges de batterie (*per scariche di batteria*),

Feu rapide (*rapido*).

Le feu rapide est une nouveauté du récent règlement où il remplace l'ancien feu à volonté (*a volontà*); les autres existaient déjà avant le matériel de 75 A.

Feu au commandement. — Il peut être exécuté :

Par pièce. — Les diverses pièces font feu successivement à partir d'une des ailes de la batterie, le feu reprenant sans interruption par la première pièce quand la sixième a tiré; chaque pièce est tirée au commandement du commandant de batterie, commandement répété par les chefs de section.

Ce tir s'emploie toujours pour le réglage percutant ou lorsque le commandant de batterie entend conserver en main le feu de toutes ses pièces.

Par salves de section. — Le feu est conduit comme le précédent, la section se comportant comme une pièce et tirant au commandement du commandant de batterie. Les éléments peuvent être changés avant chaque salve.

Ce feu est employé lorsque, par suite de la position du but où par suite du tir d'une autre batterie sur ce même objectif, l'observation d'un seul coup devient difficile.

Par décharges (*successives*) *de section* (toujours en tir fusant). — Le feu procède également d'une aile à l'autre de la batterie, par section, chaque section tirant ses deux coups avec les mêmes données, mais à un intervalle de temps suffisant pour permettre l'observation de chacun d'eux. Pendant qu'une section tire, la suivante pointe, les culasses ouvertes, de manière à pouvoir

prendre les éléments que va lui donner le commandant de batterie. Le feu est commandé à chaque section par le commandant de batterie, le feu des pièces par les chefs de section.

Ce feu s'emploie dans le tir fusant pour régler la portée à l'aide de coups fusants, ainsi que pour régler les hauteurs d'éclatement.

Par salves de batterie. — Toute la batterie fait feu au commandement du commandant de batterie. Ce genre de feu est employé pour faciliter le réglage ou pour obtenir une grande efficacité. Le chargement n'a lieu qu'une fois les éléments du tir donnés par le capitaine.

Feu continu. — Le feu continu (*par pièce* ou *par salves de section*) s'exécute comme le feu au commandement; mais les pièces ou les sections font feu successivement sans autre ordre du commandant de batterie et au seul commandement des chefs de section. Les pièces aussitôt déchargées sont rechargées avec les mêmes éléments.

Ce tir est celui qu'on emploie ordinairement dès que la fourchette est obtenue.

La vitesse normale est de 15 secondes entre les coups de deux pièces consécutives, dans le tir par pièce ; ou entre les salves de deux sections consécutives, dans le tir par section. C'est là la vitesse du *tir ordinaire*. La rapidité peut être augmentée ou diminuée par le commandement : « *Accélérez* ou *ralentissez la cadence!* » Dans aucun cas, dit le règlement, la cadence ne doit être accélérée avant l'amélioration complète du réglage (voir plus bas); on ne doit jamais tirer plus de 12 coups à la minute (soit 5 secondes entre deux coups).

Feu par décharges (*successives*) de batterie. — Il est employé uniquement pour le tir fusant. Les pièces tirent en commençant par une aile avec la vitesse du tir ordinaire

et au commandement des chefs de section. Dès qu'elles ont tiré, elles sont pointées, la culasse ouverte, et ne sont rechargées qu'une fois donnés les éléments de la décharge suivante. Le commandant de batterie fait le commandement : « *Pour la prochaine décharge, hausse tant, correcteur tant* » assez tôt pour permettre un tir sans interruption.

Ce feu s'emploie pour battre en tir fusant une zone de plus de 100 m de profondeur.

Feu rapide. — Dans le feu rapide, chaque pièce charge et tire sans interruption et sans commandement. La suppression du commandement du chef de pièce est d'ailleurs la seule chose qui différencie le feu rapide (*fuoco rapido*) de l'ancien feu à volonté (*fuoco a volontà*) qu'il a remplacé.

Tout ce qui précède, concernant le chargement des pièces et le moment où il est effectué, ne s'applique qu'au cas du tir fusant ; dans le cas du tir percutant, chaque pièce est rechargée dès qu'elle a tiré. De plus, au commandement d'ouverture du feu, toutes les pièces de la batterie sont chargées, sauf toutefois pour le tir *par décharges de section,* auquel cas la section qui doit tirer la première est seule chargée.

Si pendant un tir ou après une suspension du feu, il est apporté des changements aux éléments du tir, les pièces déjà chargées sont tirées avec les nouvelles données de pointage, bien qu'il y ait alors discordance entre les distances afférentes à la hausse et à la fusée.

Quand on passe du tir percutant au tir fusant, si le tir fusant est un feu *continu,* les pièces chargées en projectiles percutants sont tirées successivement à leur tour avec les éléments de pointage donnés pour le tir fusant.

On verra plus loin (Amélioration [*aggiustamento*] du tir) l'utilité de ces coups percutants.

Lorsque l'on passe au tir par salves ou décharges de batterie, on fait tirer d'abord simultanément toutes les pièces encore chargées.

Il en est de même toutes les fois qu'au cours d'un tir fusant, on veut passer immédiatement à une salve ou une décharge de batterie, ou dans le cas d'un changement d'objectif si le nouvel objectif est plus éloigné que l'ancien.

Procédés d'évaluation des distances. — Détermination de la hausse de départ.

Deux procédés (1) sont en usage :

Estimation à vue;
Emploi du télémètre.

Estimation à vue.

L'estimation à vue étant basée sur des impressions toutes personnelles, le règlement italien se contente de rappeler quelques principes généraux (les objets éclairés paraissent rapprochés, l'uniformité du sol diminue les distances apparentes, etc.).

Comme procédé d'instruction, il recommande de multiplier les exercices. Les estimations sont contrôlées avec le télémètre ou avec la carte. Tous les gradés sont exercés à ces estimations.

Les résultats des exercices sont notés sur des imprimés *ad hoc,* du modèle ci-après.

---

(1) Le règlement indique en outre le procédé d'estimation basé sur la vitesse du son.

. . . e RÉGIMENT D'ARTILLERIE . . . e BATTERIE

Estimation des distances.

Résultats de l'exercice du. . . . . .

GRADE.	NOMS.	DISTANCE exacte 2 000. Distance estimée à vue.	Erreur totale.	Erreur p. 100.	DISTANCE exacte 2 900. Distance estimée à vue.	Erreur totale.	Erreur p. 100.				ERREUR P. 100 moyenne.	OBSERVATIONS.
Fourrier.	Durand. .	1900	100	5	2800	100	3,4				4,2	
Mar. des logis . .	Martin . .	1950	50	2,5	2900	0	0				1,3	
Mar. des logis . .	Pierre . .	2400	400	20	3200	300	0,3				15,2	
Brigadier	Paul . . .	1900	100	5	2950	50	1,7				3,4	
Canonnier. . . .	Albert . .	2050	50	2,5	3000	100	3,4				3,0	

Une fois par an, aux écoles à feu, un concours d'estimation des distances à vue a lieu entre tous les gradés. Est réputé *bon* tout gradé ayant une erreur relative de moins de 10 p. 100.

Des prix sont attribués aux premiers.

Télémètre.

Les batteries sont pourvues depuis 1876 du télémètre Gautier (fig. 1 et 2). C'est un télémètre à prisme dont la figure 1 montre immédiatement le fonctionnement.

Quand prisme et miroirs sont à la position initiale, l'observateur voit en coïncidence, à travers le prisme, les objets devant lui, et par double réflexion ceux situés à sa droite à 90° des précédents. Si on déplace le miroir mobile, l'angle de ces deux directions varie en restant voisin de 90°.

L'étui de transport du télémètre sert de support pour

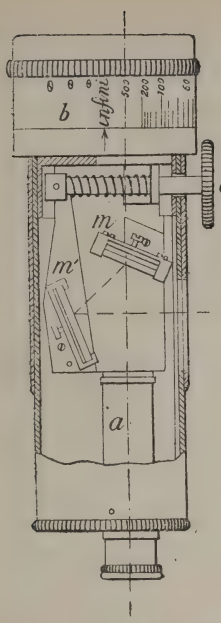


Fig. 1.

TÉLÉMÈTRE GAUTIER

a. — Lunette dans laquelle vise l'opérateur.

b. — Prisme monté dans une bague graduée qui permet de le faire tourner. Quand la division « *infini* » est devant l'index, le prisme ne dévie ni à droite ni à gauche : il est à la *position initiale*.

m. — Miroir fixe.

m'. — Miroir, mobile à l'aide de la vis et du bouton molletté *c*; une graduation non visible sur la figure et qu'on observe à travers une fenêtre permet de suivre les déplacements de ce miroir. Quand cette graduation est à la division « *zéro* », les miroirs sont à la *position initiale*.

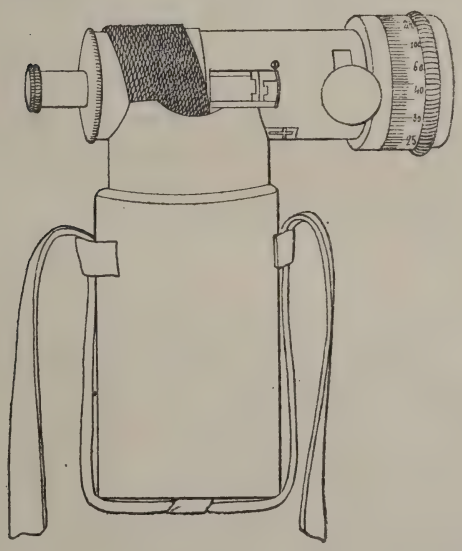


Fig. 2.

opérer : un tenon du cylindre-support pénètre à cet effet (fig. 2) dans un logement *ad hoc* et un cordon élastique, enroulé autour du télémètre et fixé au support, assure l'assemblage.

Le télémètre se dispose ordinairement sur le support, la fenêtre des miroirs à droite.

Le principe de ce télémètre est bien connu (fig. 3). L'observateur est en A, l'objectif en S ; on construit un triangle rectangle SAB et l'on a $SA = AB \frac{1}{tg\,S}$. Le télémètre permet de construire en A un angle droit. Il donne immédiatement le facteur $\frac{1}{tg\,S}$. Quant à la base AB, on la mesure.

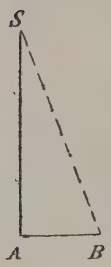


Fig. 3.

Ceci étant, le règlement italien prévoit trois méthodes pour la mesure d'une distance.

Méthode de la base fixe (fig. 4). — L'instrument est à la position initiale ; l'observateur en A se place de manière à avoir l'objectif à sa droite. Il voit cet objectif S par double réflexion et cherche un point de repère P qui, par réfraction, coïncide avec l'image de S. Si la coïncidence n'est point parfaite, il la réalise en agissant sur le miroir mobile.

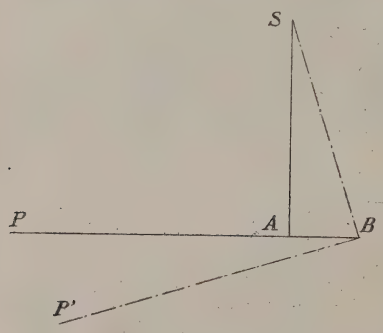


Fig. 4.

Cela fait, il prend dans le prolongement de PA, une base AB comprise entre $\frac{1}{30}$ et $\frac{1}{50}$ de la distance présumée, puis vient se placer en B. La coïncidence n'existe plus et c'est P' qui coïncide maintenant avec l'image de S. La

coïncidence primitive est rétablie en tournant la bague porte-prisme ; la rotation de cette bague mesure l'angle en S, et sa graduation donne le facteur $\frac{1}{\text{tg}\,S}$, par lequel il suffit de multiplier la base pour avoir la distance cherchée (1).

Méthode de la base variable. — Une première station est faite au point A. Puis la bague du prisme est placée à une division comprise entre 30 et 60, soit 50 ; la coïncidence est rétablie par le déplacement de l'opérateur sur le prolongement de PA (2). On obtient ainsi un certain point B ; on mesure AB et l'on a la distance de S, qui dans le cas présent est égale à 50 AB.

Méthode de la répétition. — Pour le cas où l'on ne peut avoir une base AB assez grande. — On fait une station en A, puis en B : la bague du prisme arrive à une certaine division *p*. On retourne en A, où la coïncidence est rétablie par déplacement du miroir mobile, sans toucher au prisme ; nouvelle station en B où la coïncidence est obtenue avec le prisme dont la bague marque *q*, etc., jusqu'à ce qu'on arrive à une division *r* comprise entre 30 et 50 pour la bague du prisme.

La base effective qui est un certain nombre de fois AB, soit *n* AB, vaut alors de $\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{50}$ de la distance cherchée.

Cette dernière est ici *nr* AB (3).

---

(1) Le déplacement initial du miroir mobile a eu pour résultat de donner en A un angle qui n'est pas rigoureusement droit, mais comme SBP′ reste rigoureusement égal à SAP, la mesure de l'angle en S est exacte. La seule opération qui ne soit pas rigoureuse est l'application de la formule

$$SA = AB\,\frac{1}{\text{tg}\,S}.$$

Elle reste pratiquement applicable, dit le règlement italien, si l'angle en A diffère de l'angle droit de moins de 8°.

(2) C'est un procédé analogue à celui qui a été indiqué dans la *Revue d'artillerie*. Voir t. **60**, p. 65, l'article intitulé « Un télémètre rustique ».

(3) Quand on n'a pas de repère à gauche, on en prend un à droite et l'on place le télémètre sur son support, la fenêtre à gauche. Ou bien, le télémètre

Précision des mesures. — Elle dépend essentiellement de la longueur de la base adoptée. La graduation de la bague du prisme est ainsi disposée : elle va de 20 à l'infini ; les divisions chiffrées sont 20, 25, 30, 40, 60, 100, 200 et 500. Les divisions intermédiaires non chiffrées valent : 1, de 20 à 40 ; 5, de 40 à 100 ; 20, de 100 à 200, et 100, de 200 à 500. Dans les conditions moyennes, la base étant choisie, comme nous l'avons vu, voisine de $\frac{1}{50}$ de la distance à mesurer, la graduation dans cette région nous donne le coefficient de multiplication à 5 unités près ; la distance sera donc *lue* à $5 \times \frac{1}{50} = \frac{1}{10}$ près (1).

CONDUITE DU TIR D'UNE BATTERIE

Rôle des officiers pendant le tir. — Il est sensiblement le même qu'en France. Le capitaine doit ici choisir son

---

restant la fenêtre à droite, on opère en regardant directement l'objectif et en observant le signal-repère par double réflexion (fig. 5). Le télémètre donne

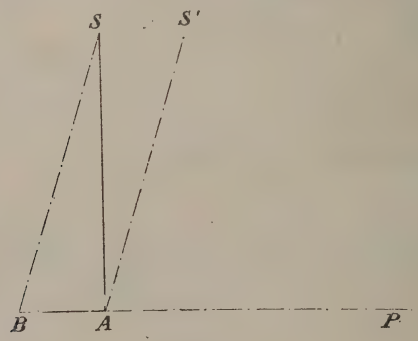


Fig. 5.

toujours la différence des deux angles SAP et SBP, soit SAS', c'est-à-dire l'angle en S.

(1) Ces considérations ne concernent que la précision de lecture. En réalité, la précision des mesures dépendra en outre des erreurs de pointé et de l'erreur commise sur la longueur de la base.

point de réglage (1), car la répartition du feu n'a lieu en général qu'après obtention de la fourchette.

Les chefs de section règlent le tir de leur section en direction et répartissent le feu. De plus, comme il arrive fréquemment (passage du tir percutant au tir fusant ; feu continu, etc.) que des pièces sont encore chargées d'après d'anciennes données au moment où l'on prescrit de nouveaux éléments, les chefs de section doivent prévenir du moment où ils passent effectivement des anciennes données aux nouvelles.

Pour toutes les modifications d'éléments, le commandant de batterie prescrit : « *Augmentez ou diminuez de tant* » ; les chefs de section donnent à leurs pièces le *résultat* de l'opération.

Reconnaissance. — Elle est exécutée par le commandant de batterie, et ne présente aucune particularité.

Évaluation ou mesure de la distance. — Quand il faut ouvrir le feu sans retard, on estime la distance à vue ; mais, quand on a du temps devant soi, on la mesure au télémètre.

Désignation de l'objectif. — Si le but peut être facilement désigné, le commandant de batterie, avant de commander l'ouverture du feu, dira sous forme d'avertissement, par exemple :

« *A droite du village, ligne d'artillerie, 2e batterie.* »

« Ou *à gauche de l'église, ligne d'infanterie contre un* « *groupe d'arbres.* »

« Ou *cavalerie s'avançant sur la grande route près* « *d'un petit bois.* »

Puis :

« *Point de réglage : la quatrième pièce.* »

« Ou *le centre de la ligne* », etc.

---

(1) Voir plus loin, la *vérification de la fourchette*, p. 42.

Quand l'objectif est peu visible, le commandant de batterie pourra employer pour se faire comprendre tout moyen qu'il jugera convenable. Un procédé recommandé est le suivant : pendant la reconnaissance, faire une désignation complète de l'objectif et du point de pointage à un gradé qui, la batterie étant en position, passera rapidement sur le front en pointant une pièce par section, à commencer, bien entendu, par la section qui doit tirer la première.

Dans le cas du pointage au niveau, si l'on veut tenir compte de l'angle de site, le commandant de batterie doit l'indiquer sous la forme : « *Angle de site, tant.* »

Choix du projectile et de la nature du feu. — Le shrapnel est le projectile reconnu le plus efficace contre les troupes ; tiré fusant, son rayon d'action est plus considérable et ses effets sont indépendants du terrain. On admet que, tiré percutant, il donne aux petites distances (jusqu'à 1 000 m) des résultats inférieurs de peu à ceux du tir fusant ; son emploi est en outre plus rapide et plus facile. On le tire aussi comme boîte à mitraille, après avoir mis la fusée à la distance « *zéro* ».

Les Italiens admettent encore le tir percutant contre une attaque par surprise si le terrain est favorable.

L'obus explosif s'emploie pour les destructions d'ouvrages ou d'obstacles matériels. Il n'est tiré sur les troupes qu'à défaut de shrapnels, car ses effets, limités aux environs immédiats du point de chute, sont presque nuls contre des objectifs clairsemés.

La boîte à mitraille conserve son emploi ordinaire.

Observation des coups. — Elle est faite en principe par le commandant de batterie. Accidentellement, celui-ci peut employer des observateurs auxiliaires : l'un à droite de la batterie, l'autre à gauche. Ceux-ci opèrent par la méthode d'observation latérale usitée en France dans

l'artillerie à pied et transmettent leurs renseignements par signes (bras droit ou gauche levé).

On recommande l'emploi d'un éclaireur d'objectif (officier de préférence) qui, d'une position favorable, observe les résultats du tir et rend compte de tous les changements qui se produisent chez l'ennemi.

Au point de vue observation, on ne doit pas hésiter à tirer de nouveau un coup mal vu.

Détermination de la fourchette. — Le tir percutant est presque toujours préféré pour la recherche de la fourchette. On emploie à cette recherche, soit toutes les pièces de la batterie, soit une section seulement.

L'étendue de la fourchette varie avec les éléments suivants : nature du tir à effectuer, facilité d'observation, mobilité plus ou moins grande de l'objectif.

En principe, on se conforme aux indications suivantes :

Fourchette de 100 m. . . .	Toutes les fois que le tir est fusant. Tir percutant à plus de 3 000 m.
Fourchette de 50 m	Tir percutant à moins de 3 000 m.
Fourchette de 200 à 600 m.	Dans le cas d'un but mobile.

Emploi du réglage percutant. — C'est pour les Italiens le cas général et celui qu'ils considèrent comme le plus favorable. Les bonds ne doivent pas être timides et doivent être plutôt grands, sauf quand on a des renseignements précis sur la position du but. L'amplitude à leur donner est laissée à l'appréciation du commandant de batterie : aux distances supérieures à 1 500 m, il ne convient pas de descendre au-dessous de 200 m pour le premier bond.

Quand on observe un coup au but, on peut adopter la hausse qui l'a donné comme hausse de l'objectif : toutefois on conseille, pour les distances supérieures à 1 500 m, de s'assurer du résultat par deux coups tirés avec des hausses l'une de 50 m plus longue, l'autre de 50 m plus courte.

Emploi du réglage fusant. — On y recourt lorsque le terrain ne permet pas l'observation des points de chute des projectiles et que, par suite, le réglage percutant est impossible.

On opère par *décharges de section* avec un correcteur convenable, et le sens d'une hausse est donné par l'observation des *deux* coups d'une section. La fourchette ne descend jamais au-dessous de 100 m.

Vérification de la fourchette. — Elle est de règle pour les distances supérieures à 1 500 m. On vérifie chacune des limites en tirant à nouveau avec la même hausse. Si les résultats sont contradictoires, on tire deux nouveaux coups sur la limite douteuse; on a ainsi pour cette limite quatre coups. S'il y a une majorité de coups longs (ou courts), la limite en question est considérée comme longue (ou courte); s'il y a égalité (2 courts, 2 longs), la limite en question est considérée comme la distance de l'objectif.

Pendant tout le tir de réglage, toutes les pièces sont pointées sur le même point du but fixé par le commandant de batterie : c'est ce que nous avons appelé le point de réglage. Exceptionnellement pour les très petites distances et dans le cas d'une observation très facile, la répartition du feu a lieu dès l'ouverture du tir.

Amélioration du tir (aggiustamento). — La fourchette étant obtenue, si le but est immobile, le tir est exécuté à une distance intermédiaire (la moyenne de la fourchette ordinairement). Si le but se rapproche (ou s'éloigne), on tire avec une hausse *extérieure* à la fourchette dans le sens de la marche de l'ennemi. En même temps on procède, toutes les fois que la chose est possible, à l'amélioration du tir.

Cette amélioration, destinée à donner au feu son efficacité maximum, comporte l'amélioration au point de vue

de la portée (pour un objectif immobile) et au point de vue de la hauteur d'éclatement (s'il y a lieu).

Dans le tir percutant, on estime que l'amélioration est terminée quand on a de 1/3 à 2/5 de coups courts.

Dans un tir fusant réglé au moyen de coups percutants, l'amélioration est obtenue à l'aide des pièces qui sont restées chargées en obus percutants et que l'on tire à leur tour avec les éléments de pointage du tir fusant.

Dans un tir fusant dont le réglage a été effectué avec des coups fusants, l'amélioration s'obtient par l'observation des coups bas, des points de chute de la gerbe et des effets produits sur l'ennemi.

L'amélioration de la hauteur d'éclatement s'exécute en même temps que l'amélioration en portée. Le résultat cherché est d'obtenir des éclatements à la hauteur type et dans quelques cas particuliers à une hauteur moindre pour avoir une plus grande densité des atteintes (1). Ce résultat s'obtient avec le correcteur. Il y a lieu dans le correcteur initial de tenir compte du retard apporté à l'éclatement par l'altitude de la batterie ou par l'emploi de fusées anciennes. Le retard dû à l'altitude peut, d'après le règlement, être représenté en mètres par la moitié du produit de la portée par l'altitude de la batterie, ces deux grandeurs étant exprimées en hectomètres (ce retard s'entend, bien entendu, pour la *hauteur* d'éclatement). Quant à l'emploi de fusées anciennes, qui conduit à faire une correction initiale négative, il ne comporte aucune règle d'évaluation.

Répartition du feu. — La répartition du feu sur le front de l'objectif a lieu exceptionnellement à l'ouverture même du tir (but rapproché et très visible) et dans le cas général, après l'obtention de la fourchette (2). Quand

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. 60, p. 201.

(2) Cette répartition du feu est laissée à l'initiative des chefs de section. Ils effectuent d'eux-mêmes cette opération quand le commandant de batterie ne spécifie aucun point de réglage.

le front de l'objectif égale celui de la batterie, elle est obtenue par le pointage de chaque pièce sur la partie correspondante (1). Si l'objectif n'est pas vu nettement en entier, les pièces sont pointées toutes sur le même point bien visible de l'objectif, la répartition étant obtenue par l'emploi de dérives convenables.

Dans le cas d'un objectif très étendu, le commandant de batterie indique les tranches de l'objectif à battre successivement par la batterie. Dans le tir sur obstacle, le feu reste concentré.

Pour la répartition du feu en profondeur, le commandant de batterie opère de la façon suivante :

Cas du tir percutant : tous les 6 ou 12 coups, la hausse est augmentée de 50 m.

Cas du tir fusant : le commandant de batterie fait faire des décharges de batterie échelonnées de 100 m.

Tir de surveillance (2) [controllo]. — Il sert, dans le tir fusant contre un objectif immobile, à s'assurer de l'immobilité de cet objectif et à vérifier, quand on manque d'autres données, la justesse du tir en portée. Dans le tir sur un but en mouvement, il permet, l'observation des coups fusants étant difficile, de suivre les déplacements du but pour reconnaître le moment opportun d'augmenter l'intensité du feu ou de modifier de hausse.

Là encore on fait du tir percutant ; le tir fusant bas reste réservé au cas où l'observation du premier est impossible. Ce tir de surveillance est effectué par une section d'aile (3), désignée à cet effet et qui tire au commandement du commandant de batterie, pendant que les autres sections poursuivent le tir commencé.

Dans le cas du tir sur but fixe, le tir de surveillance

(1) Toutefois, les pièces des ailes pointent un peu à l'intérieur de l'extrémité de l'objectif.

(2) C'est le procédé qu'indiquait le *Projet de manuel* français du 2 mai 1895 dans le cas d'un but mobile dont le sens de la marche était inconnu.

(3) C'est la *section-guide* du *Projet de manuel* du 2 mai 1895.

consiste à tirer des coups percutants avec la section de surveillance qui prend les éléments de pointage de la batterie. On doit obtenir un mélange de coups courts et de coups longs, sinon il y a lieu à correction. Si le tir de surveillance doit être effectué fusant, on tire d'abord quelques coups avec la hausse de la batterie augmentée de 50 m, puis avec cette même hausse diminuée de 50 m ; on a soin d'ailleurs d'abaisser ou d'augmenter le correcteur en conséquence. Les deux hausses doivent être, l'une nettement courte, l'autre nettement longue.

Dans le cas du but mobile, la hausse de surveillance peut être soit la hausse de la batterie, soit une hausse en différant de 50 à 100 m dans le sens de la marche de l'objectif.

On peut encore employer le tir de surveillance pour s'assurer que la hauteur d'éclatement des coups est bien celle qui correspond à la distance de tir. Cette hauteur d'éclatement est telle que, jusqu'à 1 500 m au moins, l'intervalle d'éclatement est de 90 m. On diminue en conséquence la hausse de 100 m en gardant le même correcteur et la même distance au régloir de la fusée. Si la hauteur d'éclatement n'était pas exagérée, on doit avoir alors à la section de surveillance des coups percutants.

Changement d'objectif. — Si les pièces sont en train d'exécuter un tir percutant, elles sont immédiatement pointées sur le nouvel objectif, et la recherche de la fourchette recommence aussitôt.

Si les pièces font du tir fusant, mais sur un objectif plus éloigné que le nouveau, on opère de même, les coups fusants pour une certaine distance étant percutants pour une distance moindre.

Si, dans les mêmes conditions, le nouvel objectif est plus éloigné que l'ancien, on décharge d'abord sur l'ancien objectif les pièces encore chargées (1).

(1) Le règlement italien donne le procédé suivant pour reconnaître quand

DIFFÉRENTS CAS DU TIR — MÉTHODES SUIVIES

Tir sur but fixe.

Troupes à plus de 1500 m (1).

1. — On se propose d'effectuer un tir d'efficacité fusant : A cet effet, on recherche une fourchette de 100 m au moyen d'un tir de réglage percutant, si possible, ou à son défaut d'un tir fusant bas ; on vérifie la fourchette ; puis on exécute un feu continu fusant sur la hausse moyenne de cette fourchette, avec un correcteur convenable (coups à hauteur type), en tenant compte pour le correcteur initial du retard possible de la fusée comme il a été dit plus haut.

Les corrections de hausse pour l'amélioration en portée sont de 50 m ; une seule correction est en général suffisante.

Quand les difficultés d'observation ne permettent pas de resserrer la fourchette à son étendue normale, on bat toute la zone comprise dans la fourchette obtenue, au moyen de décharges de batterie sur hausses échelonnées.

Supposons, par exemple, qu'on ait trouvé : 2 700 court, 3 000 long. On part d'une des limites de cette fourchette en faisant des bonds de 100 m et l'on tirera par suite : 2 700, 2 800, 2 900. Arrivé à la hausse la plus proche de la deuxième limite (ici 2 900), on augmente de 50 m seulement, soit 2 950 ; puis on repart en sens inverse : 2 850,

---

on peut tirer par-dessus des troupes amies. La pièce est pointée sur l'objectif avec la hausse de cet objectif, puis, la pièce restant immobile, on met la hausse à la distance des troupes amies, distance augmentée de 400 m ou de 1 000 m, suivant qu'elle est supérieure ou inférieure à 600 m. On vérifie que, dans ces conditions, la ligne de mire passe au-dessus des troupes amies.

(1) Le règlement italien emploie exclusivement la dénomination en hectomètres, demi-hectomètres et quarts d'hectomètres ; mais nous avons cru devoir conserver la dénomination en usage en France.

2 750, etc. On évite ainsi de retirer la limite de la fourchette et on obtient une bonne répartition du feu.

2. — Si exceptionnellement on se propose d'effectuer tout le tir en coups percutants et si la distance est inférieure à 3 000 m, la fourchette cherchée est de 50 m. Après vérification, on exécute un feu continu sur la hausse moyenne, tout en cherchant par des modifications convenables de hausse à obtenir 1/3 à 2/5 de coups courts. Les corrections à faire sont ici de 25 m et doivent porter sur un ensemble de six coups au moins, tirés avec la même hausse et dont l'observation soit certaine. Toutefois, quand les 3 ou 4 premiers coups sont tous de même sens, on fait une correction immédiate.

3. — Le tir est tout entier percutant, mais la distance est supérieure à 3 000 m. La fourchette est celle de 100 m et, selon le cas, l'amélioration du tir comporte des corrections de 50 ou de 25 m.

Troupes à moins de 1 500 m.

On cherche avant tout à aller vite, tout en conservant une discipline du feu rigoureuse. On profite de la facilité d'observation que donne, même pour les coups fusants, la proximité de l'objectif; on profite également de l'étendue plus grande de la zone d'efficacité du projectile.

Deux cas sont à considérer :

1. — On veut effectuer le tir d'efficacité percutant : déterminer alors rapidement une fourchette de 100 m, passer au feu continu en choisissant dans la fourchette la hausse qui semble le mieux convenir, procéder ensuite à une rapide amélioration du tir et, dès que l'on aura constaté des effets sur l'objectif, augmenter l'intensité du feu en accélérant la cadence et en exécutant même, s'il est nécessaire, un feu rapide.

2. — On veut effectuer un tir d'efficacité fusant : dé-

terminer alors en tir percutant une fourchette de 200 m, faire tirer rapidement les pièces chargées à la hausse moyenne de la fourchette et, se basant sur les résultats donnés par ces derniers coups, commencer le tir fusant (*feu continu*) à la distance qui semble la meilleure. Dès les premiers coups fusants, régler la hauteur d'éclatement et opérer ensuite en augmentant l'intensité du feu, comme il est dit plus haut.

Un procédé recommandé quand la batterie est prévenue assez tôt qu'elle va se mettre en position est le suivant (qui d'ailleurs a été proposé et essayé en France avec le canon de 90) : faire charger les trois sections en obus percutants et donner à chaque section une hausse différente, ces hausses étant réparties sur 200 à 400 m de profondeur et comprenant la distance présumée du but ; arrivé sur la position, faire tirer les sections en commençant par la première prête et commander immédiatement le tir fusant pour empêcher que les pièces ne soient rechargées en obus percutants. Dès que le but est encadré, commencer le *feu continu,* exécuter une rapide amélioration à l'aide des pièces restées éventuellement chargées en obus percutants, augmenter la cadence et passer au besoin au feu rapide.

Exceptionnellement, on pourra, aux petites distances et dans des conditions d'observation particulièrement favorables, commencer le feu continu dès l'ouverture du tir en estimant la distance à vue ; puis, après une rapide amélioration basée sur les résultats des premiers coups, passer au feu rapide.

Sur les troupes placées à une distance égale ou inférieure à 400 m, on emploie le tir à mitraille.

Toutefois, si le terrain qui sépare ces troupes de la batterie empêche un mouvement rapide de leur part, on peut employer le tir fusant, quitte à passer au tir à mitraille si la situation devient plus pressante.

Troupes derrière un épaulement.

Régler sur la crête de l'épaulement et tirer sur les troupes quand elles se montrent pour faire feu ou sur les réserves qui peuvent manœuvrer en arrière.

Troupes défilées.

Si le tir peut être observé d'un point peu éloigné de la batterie, on exécute un tir à pointage indirect. Les règles à suivre sont les mêmes que précédemment, sauf les différences suivantes :

1. — Pour faciliter l'observation des coups pendant la recherche de la fourchette, on conseille de n'employer à cette recherche qu'une section.

2. — Si l'on ne connaît la valeur de l'angle de site que d'une façon approximative, en passant du tir percutant au tir fusant, il faut, avant de s'occuper de l'amélioration du tir, déterminer par une ou plusieurs décharges de section, la hauteur d'éclatement.

Si le couvert qui sert à l'ennemi est trop près du but pour permettre l'observation du tir, on règle le tir sur ce couvert, et on bat en arrière une zone convenable par des décharges de batterie espacées de 100 en 100 m.

Là encore on conseille l'emploi d'un éclaireur d'objectif.

Tir sur des obstacles matériels.

On emploie des obus explosifs ou, à défaut de ces projectiles, des shrapnels percutants et l'on se conforme aux mêmes règles que pour le tir percutant sur des troupes placées entre 1 500 m et 3 000 m (— fourchette de 50 m, puis correction de 25 m portant sur un ensemble d'au moins 6 coups de façon à obtenir une proportion de coups courts variant de 1/3 à 2/5).

Les objectifs (murs, etc.) étant souvent verticaux, on amène le point de rencontre du projectile avec le but à la hauteur convenable en utilisant la remarque faite pré-

cédemment (1) : 50 m de hausse élèvent le point de rencontre de la trajectoire avec le plan vertical du but d'un nombre de mètres égal au double du nombre des kilomètres de la distance.

Tir sur but mobile.

Quand il semble exister pour l'ennemi des points de passage obligés, le tir est dirigé sur ces points et l'on y reçoit l'ennemi à son arrivée soit par une salve (si le but est difficilement saisissable), soit par un feu rapide poursuivi tant que l'on peut constater les résultats.

Si le procédé précédent est inapplicable, chercher une fourchette de 200 à 600 m suivant le vitesse du but. La fourchette n'est considérée comme obtenue que si le dernier coup est de même sens que la marche de l'ennemi. On passe ensuite au *feu continu* (fusant, bien entendu) exécuté sur une hausse vers laquelle marche l'ennemi et qui sera choisie suivant les circonstances du moment. Dès que l'ennemi est arrivé dans la zone d'action, augmenter la cadence, ou même passer au feu rapide jusqu'à ce que l'ennemi sorte de la zone battue. Transporter alors le feu de 100 à 400 m du côté de la marche de l'ennemi et répéter la même manœuvre.

On recommande aussi d'éviter les bonds timides, surtout s'il s'agit de cavalerie qui s'approche.

Si l'observation du tir d'efficacité ne suffit pas pour permettre de suivre les déplacements de l'objectif, exécuter un tir de surveillance avec une section.

Quand le but mobile est à petite distance et que le sens de sa marche est connu, le règlement admet encore un feu continu fusant, sans recherche de fourchette, sur une hausse estimée à vue.

Si sur une attaque pressante on veut exécuter un tir exclusivement percutant, on tirera avec une hausse es-

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. 60, p. 201.

timée à vue ou que la détermination d'une fourchette a montrée être dans le sens de la marche du but et on exécutera un feu rapide dès que le tir deviendra efficace.

Quand l'infanterie arrive à 400 m, ou la cavalerie à 700 et que le terrain permet à l'ennemi un accès facile, on passe de suite au tir à mitraille.

Pour tenir compte de la vitesse transversale du but, on pointe sur les têtes de colonnes et on peut modifier la dérive.

Tir sur ballons captifs.

Réglage en coups fusants à hauteur au moyen d'un correcteur convenable (1). Fourchette de 200 à 300 m obtenue à l'aide d'un tir fusant par pièce (2). Puis décharges de batterie échelonnées en partant de la limite inférieure de la fourchette, après diminution du correcteur.

Le règlement italien indique ici comme nécessaire l'emploi d'observateurs latéraux, placés le plus en avant possible.

Tir de nuit.

Deux modes de pointage :

Si le but n'est pas éclairé, pointage sur une lanterne placée de jour qui sert de jalon (dans le cas seulement où il s'agit d'un but d'assez grande étendue et dont on connaît déjà approximativement la hausse) ;

Si le but est lumineux, pointage direct (3) ; et détermination d'une fourchette très large avec l'aide d'observateurs latéraux, si possible. Toute l'étendue de la fourchette est battue ensuite en tir fusant par décharges de batterie échelonnées.

---

(1) Ce résultat s'obtient par une augmentation du correcteur.

(2) La charge par pièce, spéciale à ce genre de tir, est exécutée sur une indication du commandant de batterie.

(3) Le pointage est direct pour le premier coup seulement. Les coups suivants sont toujours pointés sur une lanterne-repère.

Conduite du tir d'un groupe (*brigata*).

Le commandant de groupe donne à chaque batterie son objectif avec tous les renseignements qu'il a pu recueillir sur ce dernier.

Pendant le feu, il observe le tir, mais laisse les commandants de batterie le régler comme ils l'entendent. Il n'intervient que pour relever une erreur manifeste.

Quand le front de l'objectif est égal ou supérieur à celui du groupe, ce front est réparti par le commandant de groupe en tranches affectées à chaque batterie — ceci pour empêcher les batteries de mêler leurs coups et de se gêner réciproquement. Chaque batterie agit alors pour son compte.

Quand l'objectif est peu étendu, une seule batterie, celle qui voit le mieux, est employée à déterminer la distance. Les batteries procèdent ensuite au tir fusant, à l'amélioration en portée (par les coups encore chargés percutants ou par l'emploi d'une section de surveillance), enfin à l'amélioration de la hauteur d'éclatement par une salve de batterie. Le tir est continué comme à l'ordinaire, chaque batterie ayant son feu réparti sur *tout* le front de l'objectif, sans quoi l'une des batteries pouvant être à l'improviste obligée de changer d'objectif, la tranche correspondante de l'objectif ne serait plus battue.

Pour la répartition du feu des batteries en profondeur (objectif étroit et en profondeur), il existe deux procédés : les batteries ont leur feu réparti sur tout le front et reçoivent l'ordre de tirer chacune avec une hausse déterminée, les différentes hausses étant échelonnées, — ou bien l'objectif est réparti en tranches, et chaque batterie bat sa tranche en profondeur par des décharges de batterie échelonnées.

La concentration du feu sur un objectif s'effectue en donnant aux nouvelles batteries les éléments améliorés,

obtenus par la première batterie qui a tiré sur cet objectif.

Dans les changements d'objectif, pendant qu'une batterie règle le tir sur le nouveau but, les autres continuent le feu sur l'ancien. Le tir une fois réglé, toutes les autres batteries exécutent leur changement d'objectif.

Enfin, dans le cas où une batterie seule voit et observe le but, on peut employer le procédé du pointage sur l'éclatement :

La batterie qui voit règle le tir et fait tirer à une section quelques coups fusants assez hauts qui sont utilisés par les autres batteries comme points de pointage.

M. Blaise,
Lieutenant d'artillerie.

MÉTHODE

DE

CORRECTION AUTOMATIQUE

DE LA DÉRIVATION ET DE L'INFLUENCE DU VENT

Préliminaires.

L'influence de la dérivation et l'action du vent sur les projectiles ont relativement peu d'importance dans le tir de campagne. La variation insensible de ces perturbations, résultant de la petitesse des modifications apportées à de petits angles de tir, permet d'ailleurs, après la correction du premier coup, de les compenser pour tout le reste du tir.

Il n'en est pas de même dans les tirs de siège, surtout avec les pièces à tir courbe. Ces écarts atteignent alors des valeurs telles, qu'ils ne sont plus négligeables. Il faut les corriger, non seulement au premier coup, mais aussi aux suivants.

Direction du tir et direction de l'affût. — Avant d'exposer ici la méthode de correction automatique que nous avons étudiée, nous insisterons sur la différence bien nette à établir entre la direction du plan de tir, la seule importante, et la direction de l'affût : ces deux directions

ne coïncident en effet qu'avec une inclinaison de tourillons nulle.

Jusqu'à ces dernières années, on s'est contenté de diriger vers le but l'affût ou un plan lié uniquement au plan de symétrie de l'affût.

On faisait une correction approximative à la direction quand l'inclinaison des tourillons semblait très grande.

Or, l'importance de ces écarts et de leur variation est considérable (1), ainsi qu'on peut s'en rendre compte par le tableau suivant :

Valeurs en mètres des écarts dus à l'inclinaison des tourillons à 4000 m.

INCLINAISON des tourillons.	ANGLES DE TIR.			
	20°.	30°.	40°.	60°.
	m	m	m	m
2°	50	80	117	234
3°	76	120	175	351
4°	101	161	234	468
5°	126	201	292	585

Ces nombres ont été calculés par la formule de Gâvre.

Un moyen simple pour se mettre à l'abri de ces déviations est de diriger vers le but non plus l'affût, mais bien le plan de tir, c'est-à-dire un plan vertical passant par l'axe de la pièce pointée ou par une parallèle à cet axe.

Ce mode de pointage a été réalisé pour les pièces de 120 court avec une alidade A (fig. 1) portée par un support S, qui peut tourner autour d'une charnière C parallèle à l'axe de la pièce, la charnière étant elle-même portée par un plan P qui se fixe sur un tourillon. L'axe de cette charnière prend ainsi toutes les inclinaisons de la pièce, et en rendant le support S vertical au moyen du

(1) Nous avons vu l'inclinaison des tourillons d'une pièce placée sur plate-forme de siège varier de plus de 2° pendant un tir peu prolongé.

niveau N, on réalise matériellement un plan parallèle au plan de tir qu'on dirige ensuite sur le but.

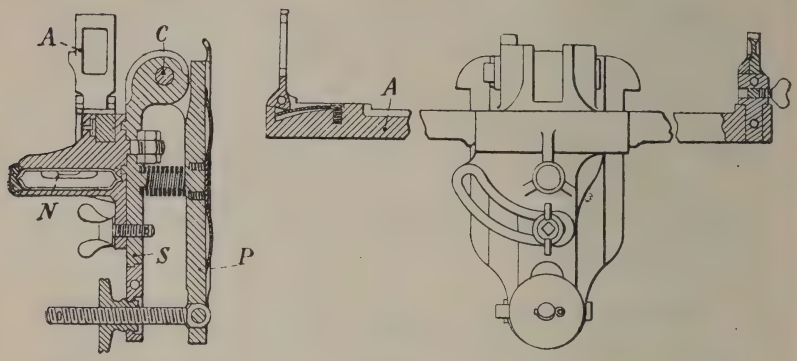


Fig. 1.

L'emploi d'un goniomètre à pattes (fig. 2) permet

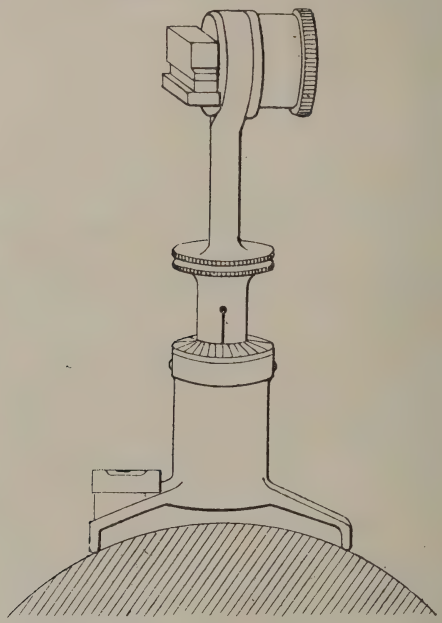


Fig. 2.

également d'obtenir le plan vertical passant par l'axe

même de la pièce. On place les pattes de cet instrument dans la gorge formée par le ressaut des frettes; par raison de symétrie, la ligne 0—2 000 de la graduation passe par l'axe de la pièce. En pointant, on dirige le plan formé par l'axe de la pièce et la ligne 0—2 000 vers le but, et si, en même temps, on a maintenu la bulle du niveau entre ses repères, le plan ainsi dirigé est vertical (1). C'est donc bien exactement le plan de tir qu'on a dirigé vers le but indépendamment de l'inclinaison des tourillons.

Précision de la direction des tirs. — Les tirs exécutés avec ces instruments ont, quand l'angle est fixé, une précision remarquable en direction. Cette précision est telle, que, dans des tirs à angle variable où l'on ne faisait pas varier la dérive, on a constaté, dès la mise en service de ces instruments, l'existence d'écarts constants. Alors que ces écarts étaient autrefois noyés au milieu d'une foule d'autres erreurs, leur loi a dès lors présenté, comme on pouvait s'y attendre avec un pointage plus précis, une concordance parfaite avec les variations de dérivation, et l'on a pu vérifier que ces écarts correspondaient bien à des différences de dérivation. D'où la nécessité, dans les tirs à angle variable, de commander, à chaque variation d'angle, une correction correspondante pour la direction, et cela malgré la gêne apportée par l'exécution de ces corrections.

C'est en cherchant à nous affranchir des complications qui résultent de cette manière de procéder, que nous avons fait ressortir la loi suivante.

---

(1) Le goniomètre est gradué de 0 à 4 000 et par construction la ligne des repères du niveau est à la fois perpendiculaire à la ligne 0—2 000 de la graduation de l'instrument et parallèle à la ligne d'appui des pattes. Au moment où l'on pointe, le niveau, étant perpendiculaire à l'axe de la pièce et à la ligne 0—2 000, se trouve être perpendiculaire au plan de ces deux droites; ce dernier plan sera donc vertical quand la bulle sera entre ses repères.

Loi empirique de la dérivation.

D'après Hélie, la dérivation Δ est exprimée empiriquement par la formule suivante :

$$(1) \qquad \Delta = h V_0^2 \sin^2 \omega,$$

h étant une constante,
V_0, la vitesse initiale,
ω, l'angle de tir.

D'autre part, *dans le vide,* la portée P est exprimée par la formule

$$(2) \qquad P = \frac{V_0^2}{g} \sin 2\omega,$$

où g est la constante de la pesanteur.

En désignant par δ l'angle de dérivation, on a donc :

$$(3) \qquad \frac{\Delta}{P} = \sin \delta = \operatorname{tg} \omega \times \text{constante}.$$

Nous avons effectivement constaté, pour toutes les bouches à feu de siège en acier, que le rapport $\frac{\sin \delta}{\operatorname{tg} \omega}$ est *pratiquement* constant pour une pièce donnée, *quels que soient l'angle et la charge.* Il change seulement avec le projectile.

En définitive, en désignant la constante de l'égalité (3) par tg γ, la loi de dérivation peut être représentée par l'égalité

$$(4) \qquad \sin \delta = \operatorname{tg} \gamma \operatorname{tg} \omega,$$

Correction automatique de la dérivation.

Nous allons montrer que, pour corriger automatiquement la dérivation, *il suffira de diriger vers le but non plus le plan de tir, mais un plan passant par l'axe de la pièce et formant l'angle γ avec la verticale :* opération que le pointeur exécutera machinalement si l'on décale simplement de l'angle γ le niveau du goniomètre.

Nous examinerons successivement deux cas : celui où l'angle de site est nul et celui où il a une valeur σ différente de zéro.

a) *L'angle de site est nul.* — Supposons d'abord (fig. 3) le but en B dans le même plan horizontal OHB que la pièce. Soient OA l'axe de la pièce, pointée comme nous venons de le dire et OH la trace sur le plan horizontal du plan vertical passant par OA, c'est-à-dire du plan de tir.

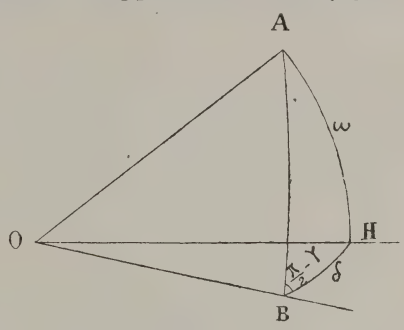


Fig. 3.

Le triangle AHB, découpé par ces trois plans dans une sphère de centre O, est rectangle (1) en H et donne

$$\sin HB = \operatorname{tg} HA \operatorname{cotg} \widehat{B}.$$

Or, HA mesure l'angle de tir ω et, d'autre part, le plan OAB, qu'on a dirigé vers le but en lui faisant faire un

---

(1) Nous rappelons la règle mnémonique relative aux triangles sphériques rectangles (fig. 4) :

ABC étant un triangle rectangle en A dont les côtés sont a, b et c, si nous inscrivons sur les côtés de l'angle droit les valeurs

$$b' = \frac{\pi}{2} - b \quad \text{et} \quad c' = \frac{\pi}{2} - c,$$

le cosinus d'un élément quelconque (B, C, a, b', c') *est égal au produit des cotangentes des éléments adjacents ou au produit des sinus des éléments opposés* (en ne tenant pas compte de l'angle droit).

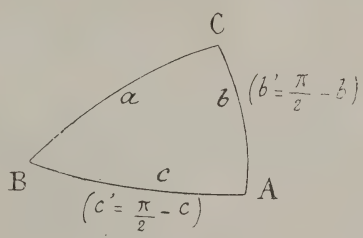


Fig. 4.

Ainsi

$$\cos c' = \cot b' \cot B = \sin a \sin C$$

qu'on transforme immédiatement en

$$\sin c = \operatorname{tg} b \cot B = \sin a \sin C.$$

angle γ avec la verticale, fait avec le plan horizontal un angle B qui est égal à $\frac{\pi}{2} - \gamma$. La relation devient donc :

$$\sin HB = \operatorname{tg} \omega \operatorname{tg} \gamma.$$

Donc HB est précisément égal à la valeur angulaire δ donnée par l'équation (4). Le plan de tir OAH étant ainsi déplacé à gauche de l'angle δ, la dérivation se trouve donc bien corrigée dans la mesure de l'approximation de la loi empirique, celle-ci étant rigoureusement observée dans le pointage indiqué.

b) *L'angle de site a une valeur* σ. — L'angle de tir est $\omega + \sigma$, mais la dérivation est celle qui correspond à l'angle ω. L'erreur serait parfaitement négligeable, mais on va voir qu'elle se corrige d'elle-même.

En effet, on donne à l'axe de la pièce l'angle $\omega + \sigma$ (fig. 5); si l'on dirigeait vers la projection b du but B sur l'horizon le plan de tir dévié de l'angle γ, nous venons de voir qu'on ferait une correction $Hb = \operatorname{tg} \gamma \operatorname{tg} (\omega + \sigma)$. Mais on fait passer ce plan par le but lui-même B. Le triangle rectangle AHb étant défini en grandeur par ses deux éléments $(\omega + \sigma)$ et $\left(\frac{\pi}{2} - \gamma\right)$, cela ne peut se faire que par une rotation autour de la verticale OZ amenant toute la figure à la position $A_1 H_1 b_1$. Dans ces conditions, le plan

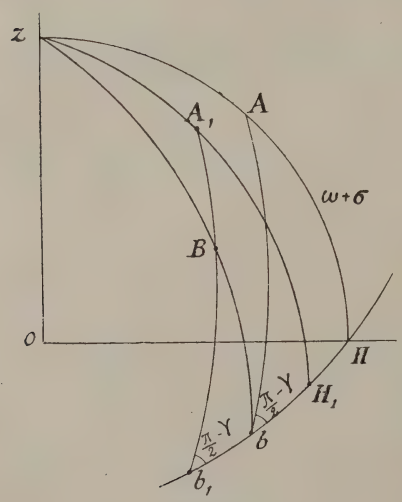


Fig. 5.

de tir a été ramené vers le but d'un angle $HH_1 = bb_1$. Or, dans le triangle Bbb_1, on a la relation

$$\sin bb_1 = \operatorname{tg}\sigma \operatorname{tg}\gamma.$$

La correction de dérivation réellement donnée est donc :

$$Hb - HH_1.$$

Mais

$$\sin Hb - \sin HH_1 = \operatorname{tg}\gamma \operatorname{tg}(\omega - \sigma) - \operatorname{tg}\gamma \operatorname{tg}\sigma$$

qu'on peut écrire, dans les conditions ordinaires du tir,

$$\sin(Hb - HH_1) = \operatorname{tg}\gamma \operatorname{tg}\omega.$$

L'influence de l'angle de site est donc sensiblement corrigée sans qu'on ait à s'en préoccuper.

Remarque. — On voit de plus que l'influence de l'inclinaison des tourillons est également éliminée, car c'est bien le plan de tir lui-même que nous avons constamment envisagé, indépendamment de sa liaison avec l'affût. Quant à ce dernier, il prendra des obliquités variables sur la ligne de tir par suite des déplacements qu'on aura dû lui imprimer pour pouvoir faire passer par le but le plan oblique que nous venons de considérer et qui assure une direction convenable du plan de tir, ce qui est la seule condition à remplir (1).

Correction du vent.

On peut vérifier dans les tables de tir que les corrections à faire pour tenir compte d'un vent de 10 m sont également représentées par la formule

$$\sin\delta_1 = \operatorname{tg}\omega \operatorname{tg}\gamma'. \tag{5}$$

(1) On se dégage facilement de l'habitude d'associer l'idée de direction du tir avec celle de l'affût en imaginant, par exemple, qu'on tire au mortier lisse sur une plate-forme déversée. Sous l'angle de tir 0°, le projectile restera dans le plan de symétrie de l'affût. Si l'on tirait avec l'angle de 90°, le projectile tomberait sur la ligne des tourillons prolongée.

Cette formule donne avec une grande approximation la correction à faire.

*
* *

Valeurs moyennes de γ et γ' (obus ordinaires et obus à balles).

	120 LONG.	155 LONG.	155 COURT.	220.
γ	1° 18′	1° 33′	2° 4′	2° 20′
γ'	3° 20′	2° 15′	58′	40′

Les angles γ, introduits dans la formule (4), fournissent une représentation très approchée de la dérivation.

Ils donnent des écarts d'un millième de la distance environ pour les angles extrêmes des charges-limites : l'application pratique de la loi trouvée assurera donc toujours une précision (1) au moins égale à celle des instruments de pointage.

On doit pourtant faire exception pour le tir du 155 court à 60° avec la charge maximum de poudre BC, la loi fournissant alors une correction insuffisante de 3 décigrades.

Mais ce tir est bien exceptionnel ; l'erreur pour un premier coup n'est pas grande et, une fois corrigée, les variations de dérivation correspondant aux variations d'angle seraient compensées à moins de 1/2 décigrade.

Réalisation de la méthode.

1° Décalage du niveau.

Nous avons vu, au début de cette étude, que le goniomètre (fig. 2) et le support d'alidade (fig. 1) réalisent un plan vertical passant par l'axe de la pièce ou par une parallèle à cet axe. Si donc (fig. 6) on décale leur niveau (qui est perpendiculaire à ce plan) de l'angle γ dans le

(1) Voir Note-Annexe, page 67.

sens voulu (à droite pour les pièces rayées à droite), le servant, lorsqu'il pointera en maintenant la bulle entre ses repères, dirigera vers le but un plan passant toujours par l'axe de la pièce, mais faisant l'angle γ avec la verticale et éliminera ainsi l'écart dû à la dérivation.

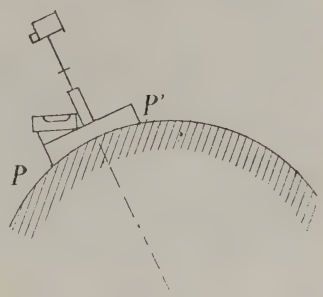


Fig. 6.

Pour corriger l'influence du vent, il suffira de donner, à l'aide d'une vis, ou d'un coin, un décalage, supplémentaire $\frac{\gamma'}{10} \times v$, en appelant v la composante normale du vent qui sera affectée du signe + ou du signe — suivant que l'action du vent est de même sens que la dérivation ou de sens contraire.

L'opération que devra faire le pointeur consistera à mettre le trait de repère du coin ou de la vis devant la division indiquée et à pointer ensuite comme d'habitude.

2° Modification aux pattes du goniomètre.

Les appareils actuels peuvent être facilement modifiés en décalant leur niveau. La ligne de foi ne sera plus rigoureusement verticale, mais son inclinaison sera peu sensible. On pourrait la rendre mobile autour d'un axe horizontal, mais on évitera cette complication par l'artifice suivant :

Au lieu de toucher au niveau, il suffit de donner aux pattes du goniomètre des hauteurs différentes (fig. 7), de façon que la ligne d'appui PP' fasse l'angle γ avec l'horizontale ; en faisant varier cette différence de hauteur, on réaliserait ainsi facilement les différents angles γ et γ'.

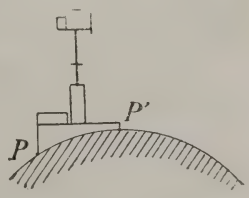


Fig. 7.

Cette solution, qui maintient la verticalité de la ligne de foi, paraît évidente ; elle mérite cependant une démonstration, car la ligne 0 — 2 000, précédemment envisagée et qui coupait toujours l'axe de la pièce quand le goniomètre était symétrique, ne rencontre plus cet axe et passe à des distances variables suivant l'angle de tir.

Lorsqu'on déplace un goniomètre à pattes inégales dans la gorge déterminée par la surface de la pièce et le ressaut de la frette, la ligne d'appui des pattes PP′ reste tangente

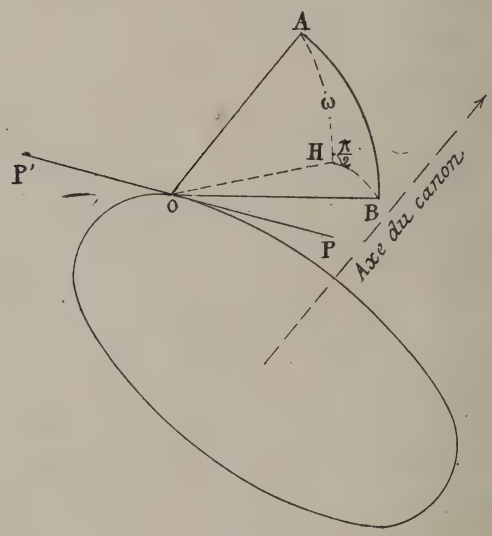


Fig. 8.

à un cercle (fig. 8) et s'arrête en O à une inclinaison γ sur l'horizon (quand la bulle est entre ses repères).

Supposons le pointage terminé ; la ligne OB parallèle à la ligne 0 — 2 000 est dirigée vers le but B supposé situé à la même hauteur que la pièce.

Menons, parallèlement à l'axe de la pièce, la droite OA dont OH est la projection sur le plan horizontal.

Par définition, le plan AOH est le plan de tir, l'arc AH mesure l'angle de tir ω, l'arc HB mesure l'angle dont le plan de tir est dirigé à gauche du but.

Le triangle sphérique AHB, rectangle en H, donne :

$$\sin HB = \operatorname{tg}\omega \operatorname{cotg}\widehat{B}.$$

Pour montrer que la dérivation est corrigée, il suffit de prouver que $B = \frac{\pi}{2} - \gamma$. Or, la ligne PP′, étant située dans le plan de la section droite de la frette, est perpendiculaire à l'axe de la pièce et à sa parallèle OA. De plus, dans le goniomètre, la ligne 0 — 2 000 est par construction perpendiculaire à PP′.

La ligne PP′, étant perpendiculaire à OA et OB, est donc perpendiculaire à leur plan. Comme elle fait un angle γ avec le plan horizontal, l'inclinaison du plan AOB sur l'horizon est égale à $\frac{\pi}{2} - \gamma$.

Le plan de tir est donc bien dévié à gauche d'un angle égal à l'angle de dérivation (1).

3° Pointage au miroir.

Le procédé que nous venons d'indiquer n'empêche pas un repérage ultérieur au miroir ; par suite, si, comme on l'a souvent proposé, on voulait employer ce dernier système, qui a le grand avantage de mettre le pointeur à l'abri, le pointage pourra toujours s'exécuter une fois l'angle fixé. On pourrait même procéder de cette manière, dès le début du tir, mais il faudrait alors, au lieu de placer le miroir sur l'affût, le monter sur un appareil analogue au support d'alidade (fig. 1).

En rendant le miroir mobile autour d'un axe perpendiculaire au plan incliné de l'angle γ sur la verticale, on pourrait l'orienter de façon à éviter au pointeur de s'éle-

(1) Si le but a un angle de site σ, le procédé indiqué conduira à faire en réalité une correction de dérivation égale à $\operatorname{tg}\gamma \operatorname{tg}(\omega + \sigma)$, c'est-à-dire trop forte de la quantité $\operatorname{tg}\gamma \operatorname{tg}\sigma$ environ. Or, cette erreur, constante d'ailleurs pour un même tir, est tellement faible, que le *Manuel de tir* ne met pas en garde contre elle, bien qu'elle soit facile à commettre dans le calcul des éléments initiaux.

ver avec son goniomètre, pour suivre les déplacements de l'image quand on augmente l'angle de tir. On corrigerait ainsi à la fois l'influence de l'inclinaison des tourillons, celle de la dérivation et celle du vent.

Avantages pratiques.

La possibilité de corriger automatiquement la dérivation et l'influence du vent réduit les calculs d'ouverture du feu à une simple lecture de l'angle de tir et de la fourchette qui correspondent à la charge et à la distance.

Pour les transports de tir devenus si fréquents, la simplification serait encore plus sensible.

Enfin, dans les tirs progressifs, on serait plus maître de la direction qu'autrefois, les corrections relatives aux variations de dérivation et d'influence du vent se faisant automatiquement.

Actuellement, au contraire, on est obligé de les négliger, en raison de la gêne qui en résulterait, et bien que les premières soient, par exemple, de 1 décigrade pour 2° dans le 155 court.

En résumé, par l'application de cette méthode, le tir de siège, sans qu'on soit amené à faire aucune opération supplémentaire, gagne en précision et le réglage de la direction devient aussi simple que dans le tir de campagne.

Conclusion.

La méthode proposée revient simplement à décaler le niveau de l'appareil de pointage (support d'alidade ou goniomètre) d'un petit angle qui dépend seulement de la nature du projectile.

Ceci fait, en continuant ses opérations habituelles, le pointeur corrigera *automatiquement* la dérivation, *quelles que soient les variations d'angle de tir ou de charge.*

Quant à la correction du vent, on pourra la faire par un décalage supplémentaire, correspondant à la vitesse du moment, et qui s'ajoutera algébriquement au premier.

NOTE-ANNEXE

Précision de la loi adoptée.

Comme exemple de la précision de la loi indiquée, nous donnons ci-dessous un tableau relatif à un obus pour lequel l'angle γ que nous choisissons est de $2^\circ\ 4'$.

La première ligne contient diverses valeurs que prend γ, déduites des tables de tir pour différents angles et différentes charges.

La deuxième ligne contient les différences entre l'angle de dérivation donné par notre loi empirique (avec son coefficient moyen $\gamma = 2^\circ\ 4'$) et l'angle de dérivation donné par les tables.

Tableau I.

	CHARGE minimum.	2e CHARGE.		
Valeurs vraies de γ. . .	$1^\circ\ 57'\ 25''$	$1^\circ\ 55'\ 26''$	$2^\circ\ 0'\ 24''$	$2^\circ\ 6'\ 11''$
Erreurs sur la dérivation résultant de l'hypothèse γ constant $= 2^\circ 4'$.	$+\ 2'\ 30''$	$+\ 2'\ 49''$	$+\ 1'\ 18''$	$-\ 1'\ 27''$

	3e CHARGE.			CHARGE MAXIMUM.		
Valeurs vraies de γ. . .	$1^\circ\ 52'\ 52''$	$1^\circ\ 56'\ 51''$	$2^\circ\ 5'\ 3''$	$2^\circ\ 0'\ 38''$	$2^\circ\ 4'\ 53''$	$2^\circ\ 8'\ 33''$
Erreurs sur la dérivation résultant de l'hypothèse γ constant $= 2^\circ 4'$.	$+\ 1'\ 27''$	$+\ 1'\ 26''$	$< 1'$	$< 1'$	$< 1'$	$-\ 1'\ 45''$

On voit que ces erreurs sont inférieures au millième de la distance (car arc tg $\frac{1}{1\ 000} = 3'27''$), c'est-à-dire à la plus petite division de l'appareil de repérage du canon de 75^{mm}.

La plus petite division des goniomètres en service est le décigrade qui vaut $5'24''$.

Application à l'obusier anglais de 5po.

Nous donnons encore les nombres relatifs à l'obusier anglais de 5po ($12^{cm},7$), quoique la loi s'y applique beaucoup moins bien qu'aux canons français ; mais nous avons la possibilité, pour cet obusier, de préciser davantage les conditions du tir, en particulier les portées et les angles correspondants.

Tableau II.

Obus ordinaire ou shrapnel de l'obusier de 5po BL (Mark I).

1° CHARGE $6\frac{5}{16}$.

Portée	1828 m	2285 m
δ	46′	1° 20′
ω	22° 54′	33° 38′
γ	1° 49′	2° 0′
Erreurs pour γ = 1° 45′	— 2′	— 10′

2° CHARGE $8\frac{14}{16}$.

Portée	1828 m	2743 m	3200 m
δ	25′	46′	1° 4′
ω	14° 18′	25° 43′	36° 11′
γ	1° 38′	1° 35′	1° 27′
Erreurs pour γ = 1° 45′	+ 2′	+ 4′	+ 12′

3° CHARGE MAXIMUM $11\frac{7}{16}$.

Portée	1828 m	2743 m	3100 m	3657 m	4297 m
δ	18′	27′	32′	47′	1° 27′
ω	10° 12′	16° 46′	20° 4′	25° 25′	35° 52′
γ	1° 40′	1° 29′	1° 27′	1° 39′	2° 0′
Erreurs pour γ = 1° 45′	+ 1′	+ 4′	+ 5′	+ 3′	— 11′

Les erreurs sont inférieures à 1 décigrade pour les angles de tir inférieurs à 30°; elles atteignent 2 décigrades pour les angles de tir compris entre 30° et 45°, ce qui n'a pas lieu pour les canons français, comme le montre le tableau I, où les angles atteignent 38°, c'est-à-dire les angles maxima du tir plongeant.

On rencontre de plus ici deux anomalies :

Dans les canons français γ a des variations faibles et croît régulièrement avec l'angle pour toutes les charges.

Dans l'obusier anglais, au contraire, on constate que :

1° A la charge maximum, γ diminue, puis passe par un minimum pour augmenter ensuite ;

2° Avec la charge intermédiaire, γ varie régulièrement en sens inverse de l'angle.

Nous ne chercherons pas à interpréter ces résultats, et nous nous contenterons de constater que la loi est pratiquement exacte pour les canons en service en France. La différence des formules de compensation des dérives employées dans les deux pays suffirait sans doute à expliquer les divergences.

L. Bourdelles,

Lieutenant d'artillerie.

RENSEIGNEMENTS DIVERS

Italie : Désignations nouvelles du matériel d'artillerie. — Jusqu'à présent, les Italiens désignaient leurs différents matériels par des abréviations assez compliquées dans lesquelles les lettres employées avaient les significations suivantes :

G — (*ghisa*), fonte ;
B — (*bronzo*), bronze ;
A — (*acciaio*), acier ;
R — (*rigato*), rayé ;
C — (*cerchiato*), fretté ;
Ret. — (*a retrocarica*), se chargeant par la culasse.

Désormais les calibres seront exprimés en millimètres et l'on ne conservera que les abréviations strictement nécessaires.

Nous donnons ci-dessous la liste complète des anciennes et des nouvelles désignations.

Bouches à feu en bronze.

ANCIENNES DÉNOMINATIONS.	NOUVELLES DÉNOMINATIONS.
Canon de 12 BR Ret.	Canon de 120 B.
— de 9 BR Ret.	— de 87 B.
— de 9 BR Ret. mod. 80/98. . . .	— de 87 mod. 80/98.
— de 7 BR Ret. de campagne . . .	— de 75 B de campagne.
— de 7 BR Ret. de montagne . . .	— de 75 B de montagne.
— d'instruction de 9 BR Ret. . . .	— d'instruction de 87.
Mortier de 9 BR Ret.	Mortier de 87.
— d'instruction de 9 BR Ret. . . .	— d'instruction de 87.

Bouches à feu en fonte.

ANCIENNES DÉNOMINATIONS.	NOUVELLES DÉNOMINATIONS.
Canon de 45 GRC Ret.	Canon de 450.
— de 32 GRC Ret.	— de 321.
— de 24 GRC Ret. long	— de 240 long.
— de 24 GRC Ret. court.	— de 240 court.
— de 15 GRC Ret. à embrasure minimum.	— de 149 G à embrasure minimum.
— de 12 GRC Ret.	— de 120 G.
— d'instruction de 15 GRC Ret. .	— d'instruction de 149.
— — de 12 GRC Ret. .	— — de 120 G.
Obusier de 28 GRC Ret. long	Obusier de 280 long.
— de 28 GRC Ret. court	— de 280 court.
— de 28 GRC Ret. court à frein hydraulique.	— de 280 court à frein hydraulique.
— de 24 GRC Ret.	— de 240.
— de 21 GRC Ret. de siège. . . .	— de 210 de siège.
— de 21 GRC Ret.	— de 210.
— de 15 GR Ret.	— de 149.
— d'instruction de 21 GRC Ret. .	— d'instruction de 210.
— — de 15 GRC Ret. .	— — de 149.

Bouches à feu en acier.

ANCIENNES DÉNOMINATIONS.	NOUVELLES DÉNOMINATIONS.
Canon de 40 ARC Ret.	Canon de 400.
— de 15 ARC Ret. à sphère. . . .	— de 149 A à sphère.
— de 15 A L/36	— de 149 A.
— de 12 ARC Ret. à sphère . . .	— de 120 A à sphère.
— de 12 ARC Ret.	— de 120 A.
— de 12 ARC Ret. à embrasure minimum.	— de 120 A à embrasure minimum.
— de 9 ARC Ret	— de 87 A.
. . . . .	— de 75 A (1).
— de 57mm à chargement rapide. .	— de 57 à chargement rapide.
— de 42mm — . .	— de 42 à chargement rapide.
— d'instruction de 57mm à chargement rapide .	— d'instruction de 57 à chargement rapide.
— d'instruction de 42mm à chargement rapide.	— d'instruction de 42 à chargement rapide.
Mortier de 24 AR Ret.	Mortier de 240.
— de 21 ARC Ret.	— de 210.
— de 15 AR Ret.	— de 149.
— de 21 ARC Ret.	— d'instruction de 210.
— d'instruction de 15 ARC Ret. .	— — de 149.

(1) Nouvelle artillerie de campagne.

(D'après *Giornale Militare Ufficiale*, n° 32 de 1902.)

NÉCROLOGIE

M. LE GÉNÉRAL DE BRIGADE HERMENT

Le général de brigade Herment, du cadre de réserve, commandeur de la Légion d'honneur, est décédé le 25 août dernier à Chaillevois (Aisne).

Né à Vitry-le-François, le 10 juillet 1837, Herment (Lucien) s'engage à dix-huit ans au 7e régiment d'artillerie. En 1859, il fait partie comme sous-officier du corps expéditionnaire de Chine et séjourne pendant trois ans en Extrême-Orient, où il reçoit en 1861 l'épaulette de sous-lieutenant.

Lieutenant en 1er en 1866, il est placé hors cadres pour être employé dans le service des bureaux arabes et ne rentre en France comme capitaine qu'au moment de la campagne de 1870. Il prend part aux opérations du 20e corps d'armée, à la tête de la 23e batterie du 2e régiment, et se trouve interné en Suisse avec l'armée de l'Est.

Le capitaine Herment est nommé l'année suivante à la 1re classe de son grade et désigné pour le 29e régiment : élégant cavalier et remarquable instructeur, il remplit brillamment les fonctions de commandant de batterie jusqu'à sa promotion au grade supérieur en 1880.

Au moment de la création de l'artillerie de forteresse en 1883, le chef d'escadron Herment vient commander à Lyon le 11e bataillon, dont l'organisation lui fournit une nouvelle occasion de déployer son zèle et son intelligente activité.

Lieutenant-colonel en 1888 et directeur de l'école d'artillerie du 4e corps, il est ensuite appelé à la direction de l'atelier de construction de Bourges, fonctions qu'il conserve comme colonel en 1891.

Après avoir été placé en 1894 à la tête du 37e régiment, il est, deux ans plus tard, promu général de brigade et nommé au gouvernement de la place de Langres, puis au commandement de l'artillerie du 5e corps d'armée, qu'il exerce jusqu'en 1899, date de son passage au cadre de réserve.

Homme de devoir avant tout, plein de zèle et de conscience, le général Herment joignait à une connaissance approfondie de l'homme de troupe et de l'officier des qualités militaires qui lui ont permis d'exercer d'une façon toujours brillante les divers commandements qui lui ont été confiés. Sous une apparence parfois un peu froide et réservée, il cachait une âme foncièrement bonne, une bienveillance délicate et discrète, qui lui assure à jamais l'estime et la sympathie de tous ceux qui l'ont connu.

REVUE

D'ARTILLERIE

Paraissant le 15 de chaque mois

TRENTE ET UNIÈME ANNÉE

TOME 61. — 2e LIVRAISON

Novembre 1902

BERGER-LEVRAULT & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS (6e)
RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY
RUE DES GLACIS, 18

1902

SOMMAIRE DE LA LIVRAISON DE NOVEMBRE 1902.

Pages.

I. — **Étude sur le rôle et le dressage des éclaireurs d'artillerie**, par le capitaine d'artillerie L. Claudot 73

II. — **Organisation d'un champ de tir pour batteries à tir rapide**, par le chef d'escadron d'artillerie G. Aubrat. . . 103

III. — **Curiosités cyclistes. — Changements de vitesse**, par L. F 130

IV. — **Renseignements divers.** — *Allemagne :* Concours de tracteurs à alcool. 141

V. — **Nécrologie.** — M. le général de division Canu (149). — M. le général de brigade Abraham (152) 149

BIBLIOGRAPHIE. — I. Bulletin des livres (xxv). — A) **Notices bibliographiques.** — *Dictionnaire des matières explosives,* par le docteur J. Daniel (xxv). — *Eléments de cinématique et de mécanique,* par M. Maurice Lévy (xxvi). — *Une révolution dans l'art de la guerre, par la suppression du son, de l'éclair et de la fumée,* par le colonel Humbert (xxvi). — *L'empire carolingien, ses origines et ses transformations,* par A. Kleinclausz (xxvii). — *Bride aux dents,* par le général Muzac (xxvii). — *American Rifleman's encyclopedia,* par A. C. Gould (xxviii). — *Ergänzung und Organisation der russischen Armee in Krieg und Frieden,* par le major von Tettau (xxviii). — *La nouvelle artillerie de campagne française (organisation, armement et tactique)* (xxix). — *Anleitung zum Gebrauche des Strichmessers,* par le capitaine W. Knobloch (xxix). — **B) Livres nouveaux** xxv

II. — Bulletin des articles (xxxi). — **B) Revue des revues françaises** (xxxi). — **C) Classement par rubriques des principaux articles de revues et publications** (xxxvi) xxxi

PARTIE OFFICIELLE. — I. Renseignements extraits du *Bulletin officiel du Ministère de la guerre* 25

§ 1. Sommaire des principaux articles. 25

§ 2. Extraits des décrets, décisions, circulaires, etc. 28

II. Promotions, mutations et radiations (du 11 octobre au 10 novembre 1902) 34

Légion d'honneur 40

S'adresser, pour tout ce qui concerne la rédaction, au **chef d'escadron, chef du service de la Revue d'artillerie**, 1, Place St-Thomas-d'Aquin, à Paris (7e).

ÉTUDE

SUR

LE RÔLE ET LE DRESSAGE

DES

ÉCLAIREURS D'ARTILLERIE[1]

Il n'y a plus besoin aujourd'hui de démontrer la nécessité pour l'artillerie d'employer des éclaireurs comme les autres armes. On peut seulement s'étonner que leur emploi soit entré si tardivement dans la pratique courante, car il semble évident qu'une arme si vulnérable pendant toute la durée de ses évolutions doit avoir un besoin particulier d'assurer sa sécurité et ne peut entièrement abandonner à d'autres le soin d'éclairer ses mouvements.

Du reste, nos trois derniers règlements de manœuvres ont consacré l'existence des éclaireurs d'artillerie. Se bornant d'abord à en indiquer l'emploi, ils ont peu à peu précisé leur rôle en fixant les cas dans lesquels il faut les utiliser. Mais ils laissent encore à chacun une grande initiative dans les moyens de détail à employer et cela se comprend d'une fonction aussi intimement liée aux

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. **43**, p. 489. *Étude sur le service de l'observation, le service de sûreté et la transmission des ordres dans l'artillerie de campagne allemande,* par le capitaine Ferrus.

péripéties de la lutte, pour laquelle il est plus difficile que pour toute autre de déterminer à l'avance la conduite à suivre. Aussi nous garderons-nous bien de restreindre cette initiative en essayant de formuler des règles étroites. Tel n'est pas le but de notre travail.

Nous nous proposons seulement, le règlement en main, d'une part d'étudier les rôles divers que les éclaireurs peuvent avoir à remplir et la manière *générale* de s'y prendre dans chaque cas pour arriver à un bon résultat, d'autre part d'indiquer la méthode à suivre pour dresser le personnel chargé d'assurer dans les batteries ce service important.

La *forme* que nous serons amené à donner parfois à notre exposé *pour ne pas rester dans le vague* ne devra pas être envisagée dans un sens trop exclusif, mais seulement comme l'expression d'une idée que chacun restera toujours libre d'interpréter à sa guise, c'est-à-dire suivant son tempérament.

Dans les choses de la guerre les plus simples comme les plus élevées, il y a certainement des principes dont il est dangereux de s'écarter ; c'est sur ceux-là que notre réflexion doit s'exercer à loisir, mais il ne faut pas croire que la solution de tous les problèmes peut se renfermer dans des formules toujours applicables. Bien au contraire, à la guerre, comme l'a dit Clausewitz, c'est toujours le cas que l'on n'a pas prévu qui se présente (1).

Pourtant, surtout aujourd'hui où la véritable école de la guerre (le champ de bataille) s'ouvre de plus en plus rarement, il importe de prévoir à l'avance les cas possibles, afin de se préparer à résoudre les problèmes que les circonstances de la guerre pourraient nous poser.

---

(1) Un officier prussien, exposant un jour la solution d'un thème que lui avait donné Clausewitz, alors professeur à l'École de guerre de Berlin, commençait ainsi : « Trois cas seulement peuvent se présenter... — C'est « toujours la même chose, s'écria Clausewitz, il n'y a jamais en théorie « que trois cas possibles ; mais, sur le champ de bataille, il en surgit tou- « jours un quatrième. » (*Revue d'infanterie,* 15 septembre 1902, p. 200.)

I. — Rôle des éclaireurs.

Le rôle des éclaireurs d'artillerie est multiple parce qu'en toute circonstance l'artillerie a besoin d'eux, aussi bien en marche qu'en station.

Dans son ouvrage sur l'artillerie de campagne en liaison avec les autres armes (1), le colonel Langlois préconisait déjà l'emploi d'officiers prélevés sur les batteries pour préparer les reconnaissances d'artillerie, et le général Percin, reprenant la même idée, a démontré que le commandant d'une artillerie ne pourra effectuer rapidement et correctement ses reconnaissances que si elles sont préparées par des officiers orienteurs (2). Le règlement du 16 novembre 1901 a consacré le terme ; il admet en effet (1re partie, § 653, p. 289) que pour faciliter et abréger les reconnaissances, on pourra utiliser un officier prélevé sur les batteries, auquel on adjoindra une partie des éclaireurs :

« Cet officier, appelé *officier orienteur,* pour citer le « texte officiel lui-même, se porte rapidement sur la « position dès que l'officier supérieur auquel il est atta- « ché a pu lui donner des indications suffisantes ; il re- « connaît les troupes voisines ou situées en avant ; il « s'oriente, à l'aide de la carte, sur tout le terrain qu'il « découvre, de manière à faciliter à son chef la désigna- « tion des objectifs et la fixation des zones de surveil- « lance.

« Il recherche d'après les emplacements choisis les « meilleurs moyens d'accès pour les unités à déployer, « puis il mesure les écarts angulaires des points remar- « quables du terrain ennemi et propose, s'il y a lieu, « des points de repère susceptibles d'être employés pour « la préparation du tir et la désignation des objectifs.

---

(1) *L'artillerie de campagne en liaison avec les autres armes,* par le colonel Langlois. — *Paris,* Baudouin. 1892.

(2) Voir *Revue d'artillerie,* t. **55**, p. 166.

« En un mot, il seconde le chef dont il relève et le dé-
« barrasse des préoccupations de détail : il lui permet
« ainsi de concentrer toute son attention sur la partie
« *tactique* du commandement qui lui incombe. »

C'est là la mission la plus délicate qu'on puisse donner à un éclaireur, aussi ne la confiera-t-on qu'à des officiers ; mais il en est bien d'autres. On connaît les termes : éclaireurs de terrain, éclaireurs de sûreté, éclaireurs d'objectif; en réalité, ces termes ne font tous que désigner les situations dans lesquelles la fonction doit s'exercer, car il n'y a ici que des éclaireurs d'artillerie qui, suivant le moment et les circonstances du combat, guident la marche, surveillent l'ennemi ou observent et contrôlent le tir des batteries. Mais ce sont rôles multiples et délicats, qui exigent des qualités particulières d'intelligence, de coup d'œil et de décision, et demandent un personnel assez nombreux de sous-officiers et d'hommes de troupe sous la direction d'un officier. Cavaliers hardis et bien montés, il faut que les éclaireurs marchent, se cachent, envoient ou portent des renseignements et fassent preuve en toute circonstance d'une activité toujours intelligente et attentive.

Et encore est-il nécessaire que cette activité si précieuse soit bien réglée. Jusque dans leurs initiatives les plus hardies, il importe que les éclaireurs, et surtout les officiers éclaireurs, restent toujours les interprètes fidèles du commandement et s'inspirent des ordres très nets que dans chaque cas particulier on doit leur donner. Aussi le commandant d'artillerie, le commandant de groupe en particulier, ne doit-il aliéner pour eux aucune part de son initiative personnelle et conserver vraiment pour lui seul la direction et toute la responsabilité des opérations engagées. Son autorité reste entière : ici comme ailleurs les subordonnés n'en sont que les intelligents auxiliaires ; chacun concourt, pour sa part et à sa

place, à l'exécution des ordres donnés en se pénétrant le plus possible de la pensée du chef et sans perdre jamais de vue le but qu'il poursuit.

Quand on a admis en principe la nécessité d'employer des éclaireurs d'artillerie, le premier point à déterminer est l'importance numérique de leur groupement. Dans notre arme on a généralement tendance à multiplier les fonctions en dehors des batteries, celles des agents de liaison par exemple. Il est au contraire très important de les limiter au strict nécessaire, afin qu'elles n'englobent point un trop nombreux personnel. On dit bien que tous ces gradés rejoindront leurs batteries pour le tir; d'abord le rôle de quelques-uns ne sera pas terminé et puis l'on ne compte pas tous ceux qui seront restés en route. L'artillerie devant avant tout se mettre en batterie et exécuter des tirs efficaces, elle ne pourra bien remplir ce rôle essentiel que si elle est solidement encadrée. Donc pas de gaspillage inutile de personnel.

Que dit au reste exactement au sujet des éclaireurs le règlement provisoire de manœuvres du 16 novembre 1901 qui en fixe pour le moment l'emploi?

Il affecte (§ 534) à chaque commandant de groupe un maréchal des logis, un brigadier et un trompette par batterie pour assurer le service d'éclaireur, et il autorise à confier dans le groupe les fonctions de chef des éclaireurs à un des officiers adjoints au chef d'escadron ou, si celui-ci le juge utile, à un lieutenant de l'armée active qu'il fait alors remplacer à sa batterie par un de ses officiers de réserve.

Les conditions dans lesquelles les éclaireurs doivent agir sont définies au paragraphe 539. Le règlement établit que les éclaireurs constituent un organe de groupe; mais il admet qu'ils peuvent être mis en cas de besoin à la disposition du commandant de l'artillerie ou même d'un commandant de batterie pour une mission déterminée.

Précisant ensuite le rôle des éclaireurs, le paragraphe 539 le limite à la reconnaissance et au jalonnement d'un itinéraire, et à la protection immédiate des batteries en marche ou en station. Les paragraphes suivants définissent ces fonctions et entrent dans quelques détails d'exécution : « La *reconnaissance d'itinéraire* a « pour but, est-il dit, de recueillir des renseignements « définis sur la viabilité d'un chemin à suivre éventuelle- « ment par les batteries ou bien de guider un chef ou « une colonne vers un point déterminé..... Le *jalonne-* « *ment* permet de suivre sans hésitation un itinéraire « défini. Il s'emploie quand une troupe doit suivre les « traces de son chef parti en avant en reconnaissance, ou « celles d'une autre troupe. »

La sécurité de l'artillerie en marche ou en station résulte en principe de la présence des autres armes, mais si quelque troupe d'artillerie vient à se trouver momentanément isolée, il faut bien qu'elle prenne elle-même des dispositions pour pourvoir à sa sécurité immédiate.

Le paragraphe 542 traite plus spécialement du rôle de ces éclaireurs de sûreté, il prescrit d'opérer en principe par patrouilles de deux hommes, dont l'un est chargé de reconnaître ou d'observer et l'autre d'assurer la liaison avec le commandant des éclaireurs, soit à l'aide de signaux convenus, soit verbalement.

Le paragraphe 543 ajoute que « le rôle des éclaireurs n'est pas de combattre mais de renseigner » et qu'il importe, après leur avoir défini nettement dans chaque cas l'objet de leur mission, de leur laisser pour l'exécuter la plus grande initiative possible.

Ce sont bien là les fonctions élémentaires à remplir par les éclaireurs et l'on peut dire qu'il n'y en a pas d'autres à enseigner aux sous-officiers ou aux hommes de troupe destinés à ce service spécial.

Si l'on poursuit du reste la lecture du règlement jus-

qu'au titre VI, on trouve dans le chapitre V qui traite du service de l'artillerie sur le champ de bataille, le détail des circonstances du combat dans lesquelles l'emploi des éclaireurs devient utile ; on voit que, pendant les reconnaissances (§ 653), les chefs de groupe peuvent avantageusement se faire seconder par les officiers orienteurs dont nous avons déjà précisé les fonctions, que pendant les marches d'approche et pour l'occupation des positions (§ 657 et suivants) ils assurent la direction et la marche de leurs batteries au moyen des éclaireurs.

Quand la position est occupée (§ 677) le commandant de groupe dispose de ses éclaireurs pour surveiller la zone qui lui est assignée, préparer les changements d'objectifs (§ 678) et lier constamment l'action de ses batteries à celle des autres troupes, en se garant des surprises. Il leur fait également reconnaître les débouchés de la position (§ 663) pour faciliter les déplacements ultérieurs et assurer l'exécution rapide des changements de position.

Enfin (§ 676), si pendant le tir le commandant de l'artillerie ou les commandants de groupe éprouvent le besoin de contrôler les effets du feu, c'est encore aux éclaireurs qu'ils s'adresseront pour se faire seconder.

En définitive, pendant les évolutions de l'artillerie, les éclaireurs sont appelés à reconnaître ou à jalonner des itinéraires et on dit qu'ils sont alors éclaireurs de terrain ; sur les positions d'artillerie ils doivent surveiller le champ de bataille, préparer les déplacements ultérieurs et même observer ou contrôler le tir, ils deviennent observateurs ou éclaireurs d'objectif. Ils cumulent d'ailleurs toujours ces fonctions avec celles d'éclaireurs de sûreté, parce qu'ils doivent pourvoir à la sécurité des batteries, toutes les fois que celles-ci ne sont pas suffisamment encadrées.

Nous allons étudier séparément ces divers rôles qui tous rentrent dans les attributions des éclaireurs d'artillerie.

II. — Les éclaireurs pendant les déplacements de l'artillerie.

1° Reconnaître un itinéraire. — La première chose à demander à un éclaireur est de savoir reconnaître un itinéraire pour guider ensuite le chef ou la troupe dont il dépend. On en trouve l'application dans tous les déplacements de l'artillerie, pour assurer la direction de marche suivant un itinéraire bien déterminé à l'avance ou pour préparer les changements de position. Nous avons déjà vu en effet que le règlement prescrit de faire reconnaître par les éclaireurs les abords de la position occupée par les batteries et les itinéraires à suivre dans les diverses directions qu'elles peuvent être appelées à prendre (§ 663). Même sans ordre particulier de son chef de groupe, le lieutenant chargé du service des éclaireurs pourra de lui-même ordonner toutes les reconnaissances élémentaires en avant et en arrière de la position occupée, afin d'être toujours prêt à faire guider les batteries dans le cas d'un déplacement urgent.

Les chemins d'accès doivent être d'abord reconnus au point de vue de leur viabilité et des facilités plus ou moins grandes qu'ils offrent à la marche des voitures. Il faut faire comprendre aux éclaireurs qu'ils doivent se rendre compte du trajet le plus avantageux à suivre pour rejoindre les grandes voies de communication à travers champs ou, s'il est possible, par les chemins les moins mauvais, en évitant généralement les pentes trop rapides. On peut certainement arriver à obtenir en outre d'un sous-officier qu'il tienne compte du défilement et qu'il soit à même de choisir l'itinéraire le plus propice à ce point de vue. La situation des troupes ennemies les plus voisines devra également attirer son attention, et ne pas le laisser indifférent. Il faudra qu'il en rende compte et qu'il soit préparé à rechercher surtout les chemins susceptibles de avoriser l'action par surprise qui augmente dans de

grosses proportions la puissance de l'artillerie. Il est bien entendu, naturellement, que tous les éclaireurs devront, en toute circonstance, mettre un soin tout particulier à se défiler eux-mêmes et qu'il ne faudra pas craindre de le leur rappeler à chaque occasion favorable.

Il importe, au sujet de ces reconnaissances d'itinéraires, d'attirer l'attention du personnel sur les difficultés que l'on rencontre, surtout au début (1), pour retrouver un chemin qu'on vient pourtant de parcourir quelques minutes auparavant, si l'on n'a pas eu soin de prendre quelques points de repère et en particulier si l'on ne s'est pas donné la peine de regarder derrière soi et d'examiner d'une manière spéciale tous les carrefours.

Les missions confiées aux éclaireurs autour de la position occupée seront parfois plus précises. On peut par exemple les envoyer reconnaître un gué, vérifier qu'un pont est encore praticable, qu'un point donné n'est pas occupé, qu'un point dangereux est suffisamment gardé par l'infanterie amie, etc.....

Il est facile d'imaginer tous les cas possibles et d'organiser des exercices pratiques capables de familiariser les gradés avec eux. Ajoutons seulement que, pour bien rester dans la réalité, il faut exécuter ces exercices la plupart du temps sans cartes et, à notre avis, en dehors de toute idée de croquis ou de renseignement écrit, pour ce qui regarde les sous-officiers ou brigadiers, bien entendu. Outre ces reconnaissances simples et en général peu étendues, le chef de groupe, s'il le juge utile, fera exécuter par des officiers, ou exécutera lui-même, si c'est possible, la reconnaissance de positions plus ou moins éloignées sur les points où il pense pouvoir être appelé par le développement régulier du combat. Nous n'entrerons pas dans le détail de ces opérations qui ne sont plus du service des éclaireurs.

---

(1) Cette difficulté, très grande pour le citadin, gêne peu le campagnard.

2° Jalonner un itinéraire. — Quand un groupe d'artillerie quitte une route, en déboîtant par exemple d'une colonne d'infanterie pour aller occuper une position, il arrive souvent que le chef d'escadron est aussitôt appelé auprès du commandant de l'artillerie pour recevoir ses ordres. Tandis qu'il se porte en avant aux allures vives, il importe que les batteries puissent le suivre de loin de manière que l'occupation de la position ait lieu le plus rapidement possible. Une deuxième fonction élémentaire des éclaireurs de terrain consistera donc à assurer la liaison entre le chef de groupe et ses batteries, c'est-à-dire à jalonner l'itinéraire qu'il aura suivi.

Pour le faire convenablement et rapidement, on peut employer la méthode suivante :

A l'indication du chef de groupe, « jalonnez mon itinéraire », le chef des éclaireurs part derrière lui avec le personnel dont il dispose et il poste à chaque carrefour ou bifurcation un éclaireur chargé d'indiquer la route à suivre. Dès que le premier éclaireur laissé en arrière a été aperçu et reconnu par le commandant de la colonne des batteries, il rejoint le deuxième éclaireur et prend sa place, celui-ci opère de même en allant remplacer le troisième et ainsi de suite. De sorte que les éclaireurs n'ont ainsi que de courts chemins à parcourir à allures vives, et leur marche se trouve naturellement coupée de repos.

Il peut arriver que le chef des éclaireurs n'ait plus assez de jalonneurs pour assurer la liaison ; comme il ne peut briser la chaîne, il doit dans ce cas donner au jalonneur qu'il a placé le dernier l'ordre d'arrêter la colonne, prévenir le chef de groupe et le suivre lui-même jusqu'à la position de batterie, ou jusqu'à la position d'attente s'il y a lieu. Le chef des éclaireurs revient ensuite chercher la colonne à l'endroit où elle a été arrêtée.

Il convient cependant d'éviter ce cas extrême et l'on peut jalonner un long trajet avec un nombre restreint d'éclaireurs en enseignant à ceux-ci qu'ils ne doivent pas

se borner à assurer le passage de la colonne en un point déterminé mais sur un certain parcours. Pour ce faire, quand l'avance des éclaireurs sur la colonne le permet, chaque jalonneur suit l'éclaireur qui le précède dans les détours de plusieurs bifurcations rapprochées, il revient ensuite au premier défaut et se tient prêt à indiquer tout le trajet qu'il a repéré à l'éclaireur qui le suit ou à la tête de colonne s'il la dirige directement. Il est indispensable de procéder ainsi dans les chemins sinueux et compliqués sous peine de s'exposer à l'emploi d'un trop grand nombre de jalonneurs.

Ce service des jalonneurs est très important ; il est essentiel que le chef qui est en avant soit certain d'être constamment relié à la troupe qui le suit, sans qu'il ait à s'en occuper. Théoriquement, il n'y a rien du reste de plus simple que ce jalonnement, mais dans la pratique il réclame une attention particulière pour que la chaîne ne soit pas rompue.

Les exercices à exécuter pour dresser le personnel découlent naturellement de notre exposé ; on mettra les jalonneurs dans des situations de plus en plus compliquées et on fera naître les cas particuliers afin de développer l'initiative de chacun.

3° Diriger une colonne sur route. — Le jalonnement peut être combiné avec la reconnaissance d'itinéraire pour assurer la direction d'une colonne. L'éclaireur chargé de la reconnaissance prend une certaine avance et fait jalonner sa trace pour permettre à la troupe de le suivre.

Lorsqu'une colonne d'artillerie suit une route, il est naturel d'employer plus spécialement à ce service tous les éclaireurs prélevés sur la batterie de tête avec les brigadiers éclaireurs des deux autres batteries, par exemple. Le service est alors dirigé par le maréchal des logis éclaireur provenant de la batterie de tête, il comprend trois brigadiers et un trompette. Il reste disponibles

deux maréchaux des logis, chacun avec un trompette, ce qui permet de fournir des patrouilles de sûreté sur les flancs ; car en tête le service des éclaireurs de marche assure en même temps la sécurité de la colonne, et en queue le serre-file général peut y pourvoir avec l'arrière-garde. Le maréchal des logis éclaireur de tête reçoit les indications nécessaires et trace l'itinéraire à suivre ; le personnel dont il dispose (3 brigadiers et 1 trompette) le jalonne conformément aux principes indiqués au paragraphe précédent. Le service de sûreté sur les flancs doit avoir juste le développement réclamé par les circonstances et la situation du groupe ; le commandant en reste seul juge et donne les ordres nécessaires.

4° Éclairer la route des batteries pendant les marches d'approche ou les changements de position. — On lit dans le règlement, § 541 : « La sécurité de l'artillerie en marche « résulte *en principe* de la présence des autres armes. « Mais dans le cas où l'artillerie se trouve *momentané-* « *ment isolée,* soit qu'elle ait à déboîter de la colonne, « soit qu'elle ait à effectuer un changement de position, « elle doit pourvoir elle-même à sa sécurité immédiate. « Elle fait alors éclairer sa marche et garder ses flancs « par les éclaireurs. » On lit en outre, § 659 : « Les con- « ditions dans lesquelles est exécutée la marche d'ap- « proche varient suivant les circonstances et le terrain. « On suit les chemins aussi longtemps qu'on le peut. « Les formations à prendre ensuite doivent être aussi « souples que possible ; elles sont généralement imposées « par le terrain et surtout par l'obligation de se défiler « aux vues de l'ennemi. On a souvent avantage à mar- « cher, dans chaque groupe, en ligne de colonnes par « pièce à intervalles variables. »

Ces deux articles du règlement vont nous guider sur la façon d'employer les éclaireurs pendant les déplacements de l'artillerie.

Le groupe de batteries en marche à travers champs ou utilisant encore les chemins doit avant tout faire éclairer sa marche à une certaine distance en avant de lui, d'abord pour éviter les obstacles et fixer les points de passage des batteries, ensuite pour incliner la marche dans tel ou tel sens afin de se défiler, d'éviter un point dangereux ou pour ne pas gêner le mouvement des autres troupes, enfin pour assurer la sécurité de la marche si l'artillerie est isolée.

La marche entreprise a un but déterminé ; le groupe va à tel endroit, à une position de rassemblement ou bien à une position d'attente, de surveillance ou de batterie. On peut arriver à ce but de plusieurs façons. Le chef de groupe indiquera au lieutenant chargé de diriger les éclaireurs la solution qu'il a adoptée, et celui-ci assurera les détails d'exécution en s'inspirant des intentions et d'après les ordres de son chef. Il va sans dire que le chef de groupe pourra lui donner en cours de route toutes les indications complémentaires qu'il jugera convenables ; en particulier, il devra tenir le chef des éclaireurs au courant de tout incident important venu à sa connaissance et qui serait capable de modifier les dispositions prises. Réciproquement du reste le devoir du chef des éclaireurs sera de renseigner le groupe tout en assurant sa marche.

Le chef des éclaireurs a dans la main tous les éclaireurs du groupe. Et voici les dispositions qu'il peut prendre pour éclairer la marche du groupe, en assurant sa direction et sa sécurité (si cela est nécessaire).

Après avoir reçu les ordres du chef d'escadron, le lieutenant se porte à 200, 300 ou 400 mètres en avant du groupe ; des éclaireurs jalonnent son itinéraire, tandis que les brigadiers éclaireurs (par exemple) reconnaissent les points de passage de leurs batteries. Le lieutenant a emmené avec lui deux maréchaux des logis et deux trompettes. Il emploie ce personnel pour faire les reconnaissances élémentaires dont il a besoin à droite et à

gauche de sa route et constituer en même temps les patrouilles de sûreté dont parle le règlement. Ajoutons que si le dernier jalonneur craint de perdre de vue celui qui le précède, il en prévient immédiatement le commandant de la batterie qui le suit, pour être secondé par des gradés de cette batterie ; ceux-ci complètent la liaison trop tendue qui se trouve ainsi assurée sans difficulté.

Il arrivera fréquemment qu'au cours d'une marche semblable le chef d'escadron sera appelé en reconnaissance. Dans ce cas, les dispositions précédentes une fois prises, il lui suffira de rejoindre le lieutenant éclaireur, en lui prescrivant de l'accompagner désormais pour assurer la marche du groupe dans la direction voulue.

D'autre part, comme il semble indispensable, dans certains cas tout au moins, de protéger les reconnaissances d'artillerie, le chef de groupe aura sous la main un officier et deux patrouilles pour y pourvoir. Il lui suffira de prescrire au lieutenant de veiller sur sa droite ou sur son front, *en le mettant rapidement au courant de la situation tactique* et en ajoutant par exemple : « Nous « nous dirigeons sur la croupe que vous voyez à 30 mi- « lièmes à droite de l'extrémité gauche de ce champ la- « bouré » ; pour que ce lieutenant donne l'ordre suivant : « Maréchal des logis, portez-vous au galop sur ce ma- « melon (il le désigne), nous craignons que l'ennemi ne « se glisse de ce côté ; vous y veillerez en y restant en « observation jusqu'après le passage du groupe. » Il est entendu une fois pour toutes que, pour remplir sa mission, le maréchal des logis est toujours accompagné du trompette qui lui est adjoint : en cas de danger immédiat, le maréchal des logis doit prévenir directement les batteries (1) ; sa mission terminée il rejoint le lieutenant

(1) Pour prévenir les batteries, leur envoyer le trompette ou faire des signaux. On admet généralement que le képi levé en l'air avertit de se tenir sur ses gardes, mais si on agite le képi, c'est l'annonce d'un danger immédiat.

éclaireur en doublant les batteries et en se guidant sur les jalonneurs.

De cette façon la protection de la marche d'approche du groupe vers la position à occuper est une conséquence de celle qui a été organisée pour protéger la reconnaissance et celle-ci n'est elle-même que la continuation du service de sûreté pendant la marche depuis l'instant où l'on a jugé nécessaire de l'organiser. Cela simplifie la besogne et permet de l'accomplir convenablement avec un personnel peu nombreux.

Nous ajouterons que, même avant que le chef de groupe ne soit appelé en reconnaissance, il nous semble avantageux qu'il se rende compte de temps en temps par lui-même de ce qui se passe en avant de lui. C'est dire qu'il ne devra pas rester à la tête des batteries, mais bien plutôt rejoindre le lieutenant éclaireur pour se renseigner, faire au besoin rectifier les dispositions prises et préparer les reconnaissances ultérieures en se faisant seconder par cet officier.

On étendrait facilement cette méthode au cas de deux groupes évoluant sous le même commandement : l'effectif de la troupe à éclairer et à couvrir serait double, mais il ne s'ensuivrait pas naturellement qu'il faille employer en même temps les éclaireurs des deux groupes. Bien au contraire, les mesures prises par le premier groupe, surtout les mesures de sécurité, profiteraient certainement au second et simplifieraient dans une large mesure la tâche des éclaireurs de ce groupe. Du reste, le service de sûreté organisé par l'artillerie n'est jamais étendu qu'autant qu'il est nécessaire ; il doit se borner toujours à assurer la protection immédiate des batteries. Le règlement (§ 541) est formel sur ce point et il nous semble très sage de ne pas s'en écarter.

Quand le groupe marche au milieu de formations d'infanterie, il n'y a pas de service de sûreté à prévoir, il

suffit d'éclairer la marche en déterminant les points de passage des batteries ; les trois brigadiers éclaireurs sont suffisants pour ce service qu'ils assuraient déjà dans le cas du groupe isolé. Au besoin ils peuvent se porter en avant de l'infanterie pour reconnaître à l'avance le terrain et attendre ensuite les batteries au point choisi ; dès que celles-ci les ont rejoints, ils vont plus loin poursuivre leur mission.

Il n'y a rien à ajouter pour les changements de positions qui seront traités comme le cas général d'une marche d'approche ; si, pendant les reconnaissances, les capitaines partent avec le chef d'escadron, les batteries suivront sous les ordres des lieutenants en 1er dans la direction tracée par les jalonneurs.

Bien que les patrouilles de sûreté soient plus spécialement désignées pour assurer la sécurité de la marche, il est sous-entendu qu'un jalonneur ou un éclaireur de marche quelconque a le même devoir. Il doit rendre compte au chef des éclaireurs de tout renseignement important parvenu à sa connaissance et en particulier prévenir directement les batteries de tout danger immédiat.

Dans les exercices pratiques organisés pour enseigner le mécanisme des marches d'approche, on insistera sur ce point vis-à-vis de tous les gradés et même des trompettes en leur posant des questions comme celles-ci :

« Vous apercevez au coin de ce bois cinquante cava-
« liers ennemis qui arrivent au galop sur vous : qu'allez-
« vous faire ? »

« Pendant que vous reconnaissez ce point de passage
« vous remarquez que de nombreux tirailleurs ennemis
« traversent le champ placé au delà de cette haie. »

« En passant sur cette croupe vous apercevez au loin
« là-bas une colonne d'artillerie ; etc., etc... Que feriez-
« vous alors ? »

Cependant lorsqu'un éclaireur a une mission importante bien définie, lorsque par exemple il assure la liaison des batteries avec le chef de groupe parti en avant, il ne doit s'en laisser distraire que si les batteries courent un *danger immédiat,* et dans tous les cas il importe qu'il rétablisse le plus tôt possible la liaison qu'il a été contraint de quitter un instant.

Tel est le rôle des éclaireurs d'artillerie en tant qu'éclaireurs de marche et de sécurité pendant les mouvements des batteries. Des exercices nombreux sont nécessaires pour y plier complètement le personnel. Ce sont essentiellement des exercices de cadres pour lesquels il suffit la plupart du temps de figurer les batteries par un gradé qui représente la tête de colonne ; il est toutefois nécessaire qu'ils aient lieu non seulement sur les routes, mais encore à travers champs pour familiariser les cavaliers avec toutes les difficultés du terrain. Ce n'est pas toujours chose commode, surtout au printemps ou au commencement de l'été, parce qu'alors les cultures s'y opposent, mais après les grandes manœuvres, fin septembre et octobre, on peut facilement exécuter ces exercices partout. On a alors dans les batteries des cadres nouveaux, auxquels on fait des revisions de théories ; l'instruction des éclaireurs y trouvera tout naturellement sa place.

Il importe absolument d'arriver à donner aux éclaireurs une habitude complète du service en terrain varié ; il faut leur apprendre à regarder, à s'orienter, à se défiler pour voir sans être vus, à exécuter convenablement une patrouille de sûreté. Ils doivent être familiarisés avec toutes les difficultés qui peuvent se présenter et devenir des cavaliers assez hardis et assez sages pour ne pas hésiter à passer partout, sans oublier cependant qu'il faut savoir ménager sa monture le plus longtemps possible, afin de pouvoir lui demander ensuite de grands efforts en cas de nécessité.

Pour terminer ce qui est relatif aux marches, disons encore que, tant que le personnel des éclaireurs ne sera pas employé, par exemple dans le cas d'un groupe encadré dans une colonne de route composée de troupes d'autres armes, il nous semble logique que les gradés et trompettes, désignés pourtant d'avance pour ce service spécial, restent à leurs batteries dans leur emploi normal. Ils encombreraient la tête de colonne en s'attachant inutilement aux pas du chef d'escadron qui est déjà suivi de ses agents de liaison.

Quand il faudra organiser le service des éclaireurs, le commandant n'aura qu'à envoyer aux capitaines l'ordre de les faire rassembler en tête. Le lieutenant chargé d'organiser le service rejoindra également le commandant, prendra ses ordres et répartira le travail. En quelques minutes, si le personnel est bien pénétré de son rôle, le groupe se trouvera éclairé et protégé.

III. — Les éclaireurs sur les positions d'artillerie.

1° Surveillance du champ de bataille. — Lorsque l'artillerie est en batterie, elle ne tire pas constamment; avec le nouveau matériel surtout, on est amené à procéder par rafales successives coupées d'accalmies plus ou moins longues. Les effets foudroyants du matériel à tir rapide obligeront en effet toutes les armes à rechercher avec le plus grand soin la protection du terrain et il en résultera pour l'artillerie l'obligation de profiter des instants forcément très courts pendant lesquels l'infanterie se démasquera et deviendra vulnérable. Aussi, pour ne pas laisser échapper l'occasion d'écraser l'infanterie, l'artillerie a-t-elle de plus en plus le devoir de regarder ce qui se passe autour d'elle.

Quand les batteries sont en position de surveillance, c'est-à-dire en batterie, à l'abri des vues et prêtes à ouvrir le feu (note du règlement, page 278, 1re partie), ou

pendant les interruptions du feu, tous les officiers concourront de leurs places à la surveillance du champ de bataille ; mais pendant le tir, les officiers des batteries et souvent les commandants de groupe, et même le commandant de l'artillerie, seront absorbés par l'observation du résultat produit sur l'objectif du moment. Il est donc indispensable qu'un service *spécial* de surveillance soit organisé. Le règlement y a pourvu en prescrivant (§ 677) que le commandant de groupe se fera seconder par ses officiers adjoints et par les éclaireurs pour surveiller la zone qui lui est assignée ou les zones voisines, de manière à pouvoir lier le plus possible l'action des batteries à celles des autres troupes.

Ce rôle dévolu aux éclaireurs se double d'ailleurs d'un service de sûreté destiné comme toujours à garantir les batteries contre toute surprise. Mais le but principal est de permettre à l'artillerie d'atteindre rapidement toute troupe ennemie qui viendrait à se montrer et aussi de briser toute résistance qui s'opposerait à la marche de l'infanterie.

Voici comment nous comprenons qu'on y parviendra :

Dès l'arrivée sur la position, le lieutenant éclaireur organisera le service dans le groupe à l'aide des patrouilles de sûreté et, aussitôt que le jalonnement sera terminé, les éclaireurs disponibles pourront compléter ce service de surveillance. Le lieutenant indiquera aussi exactement que possible à chaque maréchal des logis son poste d'observation, le but à atteindre et l'endroit où on le trouvera pour lui communiquer les renseignements importants. Il nous semble que des maréchaux des logis doivent pouvoir non seulement signaler un danger immédiat, mais encore prévenir de l'apparition sur le champ de bataille de toute troupe ennemie de quelque importance ou rendre compte que l'infanterie amie est arrêtée sur tel point.

L'instruction devra être donnée dans ce sens, en indiquant qu'il faut préciser le lieu, la nature et la force de la troupe qu'on aura vue ; et on admettra que les renseignements fournis par les gradés seront d'abord portés au lieutenant éclaireur, qui se prononcera sur leur importance et ne les fera parvenir à son chef de groupe que s'ils ont une réelle valeur.

Pour ce faire, après avoir organisé ses patrouilles, le lieutenant cherchera lui-même un poste d'observation assez central d'où il puisse autant que possible contrôler les renseignements apportés et observer lui-même le champ de bataille. Il se fera accompagner d'un ou de plusieurs brigadiers pour pouvoir rapidement transmettre au chef de groupe les renseignements qu'il aura recueillis. S'il a le temps, il ira avantageusement visiter les postes d'observation qu'il a organisés, de manière à les rectifier, à supprimer ceux qui sont inutiles, ou qui font double emploi avec d'autres ou avec le sien propre. Tous ces postes doivent être autant que possible à proximité des batteries ; on peut monter sur une meule, dans un arbre, sur un toit ou même dans un clocher.

Mais ce service de surveillance ne sera vraiment complet que si on l'étend jusqu'à la préparation même des changements d'objectifs. Cette partie du travail est plus particulièrement délicate, aussi rentre-t-elle dans les attributions du chef de groupe lui-même qui pourra d'ailleurs se faire seconder par des officiers. Il s'agit de pressentir les points remarquables du terrain dans le voisinage desquels il y a probabilité de voir apparaître des objectifs plus ou moins importants et d'évaluer leur distance approximative.

On étudiera l'échelonnement des crêtes successives qu'on a sous les yeux, la disposition des obstacles ou des couverts les plus saillants en déterminant déjà les éléments du tir et les points de pointage pour les cas

les plus probables. Enfin on mesurera quelques distances intéressantes (fonction dévolue aux agents de liaison).

Le nouveau règlement indique au reste en détail les opérations à exécuter dans la situation qui nous occupe, mais, comme celle-ci ne relève plus des éclaireurs, ce n'est pas le lieu d'insister à ce sujet.

Pour éviter tout malentendu, il importe de préciser encore davantage ce qu'on peut attendre d'une surveillance organisée d'une manière analogue à celle que nous avons essayé d'indiquer.

Il se présente en effet une difficulté. Les objectifs animés ne sont saisissables, avons-nous dit, que pendant un temps très court, et il ne faut à aucun prix laisser échapper la bonne mais fugitive occasion de leur faire sentir les effets foudroyants d'un tir efficace. On avait cru que cette obligation modifierait la tactique de l'artillerie et qu'il faudrait augmenter l'initiative restreinte laissée jusqu'ici aux capitaines commandants ; on pensait que le chef de groupe était déjà trop en dehors de ses batteries, pour pouvoir discerner le moment précis où chacune d'elles devra changer d'objectif, et l'on semblait décidé à partager entre les batteries la zone de surveillance attribuée au groupe, en laissant aux capitaines la faculté d'y ouvrir le feu sur tous les objectifs de quelque importance qui se présenteraient.

Le règlement du 16 novembre 1901 en a décidé autrement; il prescrit (§ 656) que chaque batterie doit autant que possible pouvoir ouvrir le feu sur un point quelconque de la zone du groupe et que le chef d'escadron ne devra répartir cette zone entre les batteries que dans certaines situations particulières.

Il est certain qu'il y aurait eu quelque difficulté pour les capitaines à surveiller sérieusement la zone qu'on leur aurait affectée sans quitter leur batterie et puis ils ont déjà bien d'autres préoccupations. Aussi le règlement

a-t-il été plus sage en laissant cette surveillance dans les attributions du chef d'escadron. L'ensemble des éclaireurs (organe de groupe) est à sa disposition pour le seconder dans cette tâche. Et si le réseau de tous ces yeux a été convenablement tendu, il y a de grandes chances pour qu'on ne laisse point échapper les bonnes occasions de tir.

Qu'une troupe d'infanterie vienne, en effectuant un mouvement excentrique, à se rapprocher de la zone du groupe, le chef des éclaireurs prévenu en rendra compte au commandant, auquel la manœuvre aurait pu échapper d'un point peu favorable à cette observation particulière. Alors le commandant préviendra la batterie ou les batteries intéressées en indiquant par exemple : « Un « bataillon d'infanterie contourne le village A, il se dirige « vers le bois B, vous allez sans doute pouvoir le saisir à « tel endroit ; préparez-vous à exécuter un tir progressif « sur tel point de pointage, avec tels éléments directeurs, « tel échelonnement, à partir de telle distance ; vous ou- « vrirez le feu dès que vous jugerez le moment favorable. »

Cet exemple suffit à montrer comment nous pensons que doit être exercée la surveillance du champ de bataille. Le commandant prépare avec les capitaines les changements d'objectifs, il surveille aussi avec eux la zone du groupe et les zones voisines ; mais les éclaireurs sont plus spécialement les yeux du groupe. Et comme on arrive par ces efforts combinés à pouvoir ouvrir le feu au premier signal dans n'importe quelle direction, on peut considérer qu'on a ainsi donné au groupe son maximum de puissance offensive.

2° Observation et contrôle du tir. — En ce qui concerne l'observation ou le contrôle du tir, le règlement (§ 546) admet « qu'un officier secondé par quelques éclaireurs « pourra être chargé, si les circonstances et des obser-

« vatoires convenables le permettent, de reconnaître les « objectifs et de fournir au chef de groupe les renseigne- « ments qu'il pourra recueillir sur les effets du tir de ses « batteries ». Le paragraphe 676 revient sur la même idée en prescrivant, à l'article Contrôle du tir, au commandant de l'artillerie et aux commandants de groupe de contrôler la direction et l'efficacité du tir en employant à cet objet des éclaireurs et surtout des officiers.

Nous croyons qu'il faut ici, pour bien s'entendre, considérer deux choses :

a) L'observation proprement dite ;
b) Le contrôle du tir.

L'observation du tir, en dehors de celle du capitaine commandant, est celle qu'on peut faire sans trop s'éloigner de la batterie, mais d'un autre point de vue, de manière à confirmer ou à infirmer les résultats obtenus par celui qui commande le feu. C'est déjà une des attributions du chef de groupe, mais il pourra évidemment se faire seconder par d'autres observateurs, surtout lorsqu'il aura des doutes sur le sens des coups observés par le capitaine. Le contrôle du tir constitue plutôt la fonction de celui qui cherche à reconnaître les effets du tir en se portant dans le voisinage des batteries ennemies, ou d'une manière générale du but sur lequel on tire ; seul un officier peut y réussir.

a) *Observation.* — Quand il le jugera convenable le chef de groupe prescrira au lieutenant éclaireur d'observer ou de faire observer spécialement le tir dans des conditions qu'il précisera.

Mais, tout en surveillant le champ de bataille, tout en gardant les batteries contre toute surprise, les maréchaux des logis éclaireurs pourront souvent de leur poste observer le tir et, s'il y a lieu, rendre compte au lieutenant chargé de les diriger. Quand cet officier apprendra que le

tir précédent a été trop long, que les coups sont tous tombés dans un ravin invisible de la position de batterie, ou bien que le tir a fortement éprouvé l'ennemi, qu'on a vu sauter des caissons, qu'il y a dans les batteries ennemies un très grand désordre, que les avant-trains arrivent, etc., il vérifiera, s'il le peut, ces renseignements et en rendra compte au chef de groupe ; celui-ci y trouvera peut-être la confirmation de ses observations personnelles et en tout cas pourra en tenir compte pour la conduite ultérieure du tir.

b) *Contrôle du tir.* — Cette mission sera confiée à des officiers prélevés sur les batteries, en général en dehors des éclaireurs proprement dits qui ont déjà des fonctions multiples.

Nous croyons qu'il ne faut pas s'exagérer l'importance du contrôle du tir, ni lui demander des renseignements trop précis. Le contrôle du tir ne peut se substituer au réglage fait de la batterie que dans des cas particuliers pour le tir de campagne. Dans un siège, on peut espérer davantage d'une reconnaissance des objectifs, parce que ceux-ci sont alors forcément moins fugitifs. Mais, en rase campagne, avec la rapidité du tir des canons nouveaux, en tenant compte de l'empressement que toutes les troupes mettront à échapper à leurs effets foudroyants (en manœuvrant et aussi en utilisant tous les couverts), ce sera seulement dans de rares circonstances qu'on pourra aller au loin chercher un renseignement et le rapporter en temps utile. Car il faudra le rapporter, étant donné qu'il sera généralement difficile de le faire parvenir par signaux, le poste choisi par l'officier contrôleur ne pouvant d'ordinaire être connu à l'avance, ni être vu des batteries.

Cependant si la résistance se prolonge sur certains points, il faudra bien aller en chercher la raison et envoyer à cet effet des officiers. Ils rapporteront les rensei-

gnements qu'ils pourront, en y joignant au besoin un croquis de la position ennemie qui permettra de vérifier si on a bien vu les choses de l'emplacement même des batteries. Pour remplir leur mission, ces officiers seront accompagnés d'un planton ; ils se faufileront au besoin jusque sur la ligne des tirailleurs, en cherchant à profiter de tous les postes d'observation favorables : les plus rapprochés de la position ennemie ne seront pas toujours les meilleurs et souvent il y aura intérêt à chercher à observer celle-ci de flanc pour déterminer dans le sens de la profondeur le profil exact du terrain. C'est en tout cas une mission délicate qui exige des qualités spéciales de coup d'œil et de sang-froid, mais qui est bien séduisante pour un jeune officier.

En résumé, sur route ou à travers champs, pendant qu'elle marche aussi bien que lorsqu'elle est en position d'attente ou de surveillance, ou lorsqu'elle tire, l'artillerie est éclairée, protégée et renseignée par ses éclaireurs. Ils la précèdent et surveillent ses flancs pendant ses évolutions, ils assurent la sécurité de ses reconnaissances, surveillent pour elle le champ de bataille afin qu'elle soit au courant du combat, et préparent ses bonds successifs afin que ceux-ci s'exécutent vite et facilement ; enfin ils observent ou contrôlent même son tir.

Les éclaireurs d'artillerie sont le filet protecteur si nécessaire aux navires de guerre et aussi les yeux qui au loin fouillent l'horizon pour découvrir l'ennemi. Le filet ne doit pas se laisser percer, les yeux doivent toujours voir ; ce doit être la devise de l'éclaireur d'artillerie.

A partir du moment où il est organisé, le service des éclaireurs se poursuit donc sans interruption pendant tout le combat jusqu'au bivouac ou au cantonnement. Il y aura bien des moments où le service sera plus ou moins chargé et les éclaireurs ne seront pas toujours sur les dents ; le service de sûreté en particulier deviendra à

certains moments presque inutile par suite de l'encadrement des batteries, mais il faudra toujours faire des reconnaissances, surveiller le champ de bataille, éclairer les marches. Il y a donc lieu de compter qu'une partie des éclaireurs, le lieutenant compris, ne pourra pas être employée dans les batteries ; ils n'en rendront pas moins de très grands services, s'ils savent bien leur métier et s'ils le font avec entrain et discernement.

IV. — Exercices pratiques. — Dressage.

Le règlement reconnaît la nécessité de donner une instruction spéciale aux gradés susceptibles de remplir les fonctions d'agents de liaison ou celles d'éclaireurs de terrain. Il prescrit (§ 539) que ces instructions seront faites par groupe sous la direction d'un officier désigné par le chef d'escadron et toujours *à l'extérieur;* elles feront l'objet d'exercices nombreux exécutés dans des situations aussi variées que possible. On devra en particulier exercer d'une manière complète les éclaireurs à l'accomplissement de leurs devoirs multiples, en les plaçant dans les diverses éventualités que peuvent présenter les marches, les occupations et les changements de position, ainsi que la surveillance du champ de bataille, dans la mesure où ils peuvent l'exercer.

Avant de suivre cette instruction spéciale, les gradés auront fait déjà dans les batteries du service en campagne : exercices de marche, de reconnaissance et de lecture de cartes, exercices d'organisation et d'installation de cantonnements ou de bivouacs, exercices d'occupation de positions. Dans ces diverses circonstances, les capitaines commandants auront pu se rendre compte des aptitudes individuelles et choisir les sujets les mieux doués, qui devront recevoir l'instruction organisée ensuite dans le groupe pour les agents de liaison et les éclaireurs de terrain.

Il y a lieu de fixer alors l'effectif des gradés auxquels il faut donner l'instruction complémentaire. Comme il faut un agent de liaison et trois éclaireurs par batterie, nous pensons qu'il y a lieu de tenir compte des déchets et, pour ne pas augmenter outre mesure le personnel à instruire, nous fixerons l'effectif des élèves à trois maréchaux des logis, deux brigadiers et deux trompettes par batterie : cela fera dans le groupe neuf maréchaux des logis, six brigadiers, six trompettes à exercer. Si l'on voulait donner l'instruction à tous les gradés on serait gêné par les exigences du service intérieur qui absorbe toujours quelques sous-officiers. Les exercices qui nous occupent sont assez délicats pour qu'il soit indispensable que le personnel à instruire assiste au complet à toutes les séances. On n'aura chance de satisfaire à ce desideratum qu'en donnant l'instruction à un nombre restreint de gradés. Le lieutenant chargé de l'instruction recevra des ordres précis du chef de groupe, car il est essentiel pour la bonne exécution du service des éclaireurs qu'il y ait une entente absolue entre le lieutenant et son chef. Le lieutenant doit arriver à comprendre très rapidement les intentions du commandant et à assurer l'exécution de ses prescriptions dans un sens bien déterminé et connu à l'avance. On n'y parviendra que par de nombreux exercices en commun et nous pensons que toutes les fois que le chef de groupe assistera à l'instruction, il sera bon qu'il se fasse accompagner de deux autres lieutenants afin qu'il ait à sa disposition un officier par batterie pour diriger en campagne le service des éclaireurs au cas où l'officier chargé de l'instruction viendrait à manquer.

L'instruction commencera par des parcours en terrain varié de tout le personnel derrière le lieutenant. Le but sera d'apprendre à se diriger sans carte d'après un ordre donné sur un point déterminé, en franchissant des parcours de plus en plus compliqués, en familiarisant les gradés avec les formes les plus habituelles du terrain et

rappelant les dénominations topographiques usuelles. (On n'en fera pas la nomenclature ; mais les noms viendront d'eux-mêmes aux lèvres au cours des exercices, au gré des circonstances et des formes du terrain. La pratique intelligemment variée par de nombreux exemples suppléera toute leçon théorique.) Un intérêt toujours soutenu par une situation de guerre supposée bien précise facilitera la compréhension et, tout en augmentant progressivement les connaissances de chacun, fera naître les initiatives. On encouragera les efforts en approuvant les dispositions prises et en évitant les blâmes sévères qui arrêteraient les intelligences prêtes à s'ouvrir à de nouvelles tentatives; on fera pourtant ressortir les fautes, en les prenant sur le vif, ce qui est le plus sûr moyen d'en éviter le retour.

On profitera des occasions pour s'orienter soit sur des points connus, soit à la boussole, soit à l'aide du soleil. Enfin on cherchera à développer ce que le général de Brack appelait l'attention comparative de chacun, c'est-à-dire qu'on apprendra aux gradés à regarder autour d'eux; on s'arrêtera par exemple sur quelque point culminant et on leur détaillera le panorama qui se déroulera devant les yeux pour leur enseigner à y lire couramment.

On ne consacrera à ces préliminaires que quelques séances comme pour reviser l'instruction donnée dans les batteries, car là ces exercices ont dû être faits tout au long et souvent répétés. On terminera en donnant quelques idées générales sur le rôle des éclaireurs et les qualités essentielles à acquérir pour cette fonction.

Puis, avant de passer à des exercices plus compliqués, on fera faire des reconnaissances et des jalonnements d'itinéraires et on enseignera comment on doit exécuter une patrouille de sûreté, en indiquant chaque fois l'ordre donné et le but de l'opération.

On pourra ensuite passer aux exercices d'ensemble, en leur donnant peu à peu tout le développement qu'ils comportent. La progression de l'instruction pourra découler par exemple de l'ordre qui nous a servi pour ce travail :

1° Reconnaître un itinéraire (routes, chemins, gués, etc.) ;

2° Jalonner un itinéraire ;

3° Faire des patrouilles ;

4° Diriger une colonne sur route ;

5° Éclairer la marche pendant les reconnaissances, les marches d'approche, les occupations ou les changements de position ;

6° Surveillance du champ de bataille ;

7° Observation du tir (à exécuter pendant les écoles à feu quand le groupe ne tire pas et qu'on peut profiter du tir des autres batteries).

Chaque paragraphe comprendra un nombre de séances variable suivant son importance et les progrès constatés. Pour chacune d'elles on s'attachera à bien indiquer le but poursuivi, les circonstances précises du combat, la situation de guerre supposée.

On représentera réellement les batteries, par exemple par un brigadier porteur de la lunette de batterie. Nous avons admis que le personnel à instruire comprend 21 hommes, or il ne faut pour le groupe que 9 éclaireurs et 4 agents de liaison, plus 1 trompette ; il reste donc 2 maréchaux des logis, 3 brigadiers, 2 trompettes. Les 3 brigadiers représenteront les batteries, les 2 maréchaux des logis et les 2 trompettes restants pourront, pour l'instruction, constituer des patrouilles de sûreté supplémentaires, afin que personne ne reste inoccupé.

Lorsque les divers exercices auront été faits séparément, on s'attachera à les relier entre eux par des opérations comportant par exemple la marche d'un groupe avec occupation d'une position, la surveillance du champ

de bataille et un changement de position. Quand chacun aura bien compris, il sera prêt à suivre avec profit les exercices d'ensemble exécutés avec matériel, qui sont le complément obligé de l'instruction des cadres.

Enfin les manœuvres de garnison, puis les grandes manœuvres fourniront l'occasion de remettre en pratique toutes les leçons antérieures en leur donnant la sanction de la réalité.

Ajoutons en terminant qu'à notre avis il n'est pas bien difficile d'arriver à dresser de bons éclaireurs. Il importe seulement de mettre chacun à son rang et de proportionner les exigences aux capacités. Des trompettes nous avons fait seulement des plantons ou des jalonneurs, des brigadiers des jalonneurs ou des éclaireurs de marche ; aux maréchaux des logis nous avons confié les fonctions plus délicates d'éclaireurs de route et de sûreté et, avec certaines précautions, les rôles plus lourds encore de surveillants du champ de bataille et d'observateurs du tir. Mais nous avons admis qu'il fallait un officier pour contrôler le tir. Nous insistons encore d'une manière spéciale sur l'importance qu'il y a à donner aux éclaireurs dans chaque cas particulier une mission précise déterminée en quelques mots, car il nous semble que les plus intelligents seuls auront assez d'initiative pour y suppléer, si toutefois ils sont au moins au courant de la situation tactique.

Enfin le service ne sera bien fait que s'il est bien dirigé et si le lieutenant éclaireur s'est bien pénétré des idées et de la manière de voir du chef de groupe qui doit conserver lui-même la direction réelle de toutes les opérations tout en se conformant aux ordres du commandant de l'artillerie ainsi qu'aux intentions du commandement.

L. Claudot,
Capitaine d'artillerie.

ORGANISATION

D'UN

CHAMP DE TIR

POUR

BATTERIES A TIR RAPIDE

L'adoption d'un canon à tir rapide et à boucliers a transformé les règles d'emploi de l'artillerie sur le champ de bataille.

De là une orientation nouvelle pour l'instruction des batteries, de là aussi des modifications profondes dans la manière de concevoir et de diriger les écoles à feu.

Les champs de tir aménagés pour des batteries armées du canon de 90 ne conviennent plus aujourd'hui qu'imparfaitement à des batteries armées du canon de 75 : leur organisation ne peut plus rester telle qu'elle est actuellement.

Quelle doit être l'organisation d'un champ de tir approprié aux besoins des batteries à tir rapide ?

Telle est la question à laquelle nous nous proposons de répondre.

Nous commencerons par rappeler les conditions auxquelles devaient autrefois satisfaire les champs de tir, quand les batteries étaient munies de l'ancien matériel ; nous indiquerons ensuite par quelles améliorations on peut les approprier aux besoins des batteries à tir rapide.

Nous donnerons en particulier la description de modèles d'abris rendant ces améliorations possibles.

Enfin, pour justifier les propositions faites, nous envisagerons, dans un cas concret, l'utilisation d'un champ de tir bien organisé et nous montrerons de quelle utilité les améliorations réclamées peuvent être pour l'instruction des officiers.

I.

CONDITIONS IMPOSÉES AUX CHAMPS DE TIR APPROPRIÉS AUX BESOINS DES BATTERIES DE 90

Envisageons successivement la *préparation,* puis l'*exécution* d'un tir de groupe.

La *préparation* comprend trois opérations principales :

1° Le Directeur de l'exercice choisit les emplacements des batteries et des objectifs, et arrête le programme de la séance ;

2° Le Directeur envoie à l'officier chargé du service du parc ses instructions relativement à l'installation et au fonctionnement des objectifs ;

3° L'officier préposé au service du parc organise les objectifs et répartit dans les observatoires le personnel chargé de relever les résultats des tirs effectués.

L'*exécution* du tir de groupe a pour objet de placer les batteries dans une situation de guerre. Elle comprend la mise en œuvre, à un moment fixé par le Directeur, de tout ce qui a été prévu pendant la préparation, c'est-à-dire :

Pour les batteries, occupation des positions et tir sur les objectifs placés ;

Pour le service du parc, maniement des objectifs ;

Pour les observateurs, relevé des tirs effectués.

Les résultats obtenus par les commandants d'unités (batteries, groupes, etc.) ainsi que par le directeur du

parc et les observateurs varient naturellement avec les ressources et le degré d'organisation du champ de tir.

On peut donc dire que la valeur de celui-ci dépend de la façon dont il satisfait aux trois conditions suivantes.

a) Renfermer des emplacements de batteries et d'objectifs nombreux et variés, aussi semblables que possible à ceux du champ de bataille et se correspondant deux à deux de manière à donner lieu à des problèmes de tir intéressants.

b) Permettre au directeur du parc de fournir aux batteries des objectifs différant le moins possible de ceux de la guerre.

c) Posséder les observatoires nécessaires pour relever tous les tirs.

a) La première condition sera réalisée, si le champ de tir, installé dans une région convenablement choisie, est suffisamment étendu pour offrir tous les emplacements nécessaires tant aux batteries qu'aux objectifs, à moins, toutefois, que l'on n'ait fait disparaître de ce terrain, sous prétexte d'aménagement, les cultures et les obstacles naturels qui s'y trouvaient.

Il importe en effet de ne pas oublier qu'un champ de tir doit toujours être établi sur un terrain *normal,* du genre de ceux où l'on aura à opérer en campagne.

Quand on perd de vue cette nécessité, le champ de tir se transforme trop souvent en champ de manœuvre. Il ne convient plus alors pour préparer les troupes à la guerre, parce qu'il est devenu un terrain exceptionnel, une sorte de terrain idéal comme on n'en rencontrera jamais.

b) Pour que le service du parc puisse fournir aux batteries des objectifs aussi semblables que possible à ceux du champ de bataille, il faut non seulement doter le champ de tir d'un matériel complet comprenant des cibles et des silhouettes de toutes sortes, des appareils

et des marrons à lueurs, des pétards à lueurs et à fumée, etc., mais installer aussi le réseau téléphonique et les abris nécessaires pour animer en quelque sorte les objectifs : par exemple, pour figurer le tir de l'artillerieet quelquefois aussi son entrée en ligne, pour représenter les mouvements de l'infanterie, etc., en un mot pour donner aux objectifs l'aspect de buts réels.

c) Il faut enfin créer sur le champ de tir des observatoires en nombre suffisant pour relever les tirs exécutés sur chacun des emplacements d'objectifs, quelque nombreux que soient ces derniers.

II.

AMÉLIORATIONS AYANT POUR BUT L'APPROPRIATION D'UN CHAMP DE TIR AUX BESOINS DES BATTERIES A TIR RAPIDE

Considérons maintenant un champ de tir préparé pour l'exécution d'écoles à feu avec le matériel de 90.

Quelles transformations convient-il de lui faire subir pour assurer dans les meilleures conditions possibles l'instruction de batteries armées de canons à tir rapide?

C'est ce que nous allons rechercher en nous plaçant successivement aux trois points de vue que nous avons envisagés précédemment, savoir :

a) *Choix des emplacements de batteries et d'objectifs ;*
b) *Organisation des objectifs ;*
c) *Installation des observatoires.*

a) Nous avons déjà insisté sur l'intérêt qu'il y avait, pour les unités armées de l'ancien matériel, à disposer de champs de tir offrant une grande variété d'emplacements de batteries et d'objectifs. Cet intérêt a considérablement grandi depuis l'introduction dans notre armée du canon à tir rapide.

Il y a en effet pour l'artillerie, depuis qu'elle est munie du nouveau matériel, une obligation plus grande qu'autrefois d'utiliser le terrain. Il est incontestable que les batteries obligées de manœuvrer en face d'une artillerie disponible, armée de pièces à tir rapide au lieu de canons comparables au 90, sont forcées de dérober davantage leurs mouvements et d'occuper plus souvent des positions défilées pour ne pas s'exposer à une destruction immédiate.

D'autre part, on admet généralement que l'on sera le plus souvent conduit à diviser l'artillerie en deux portions, appelées à opérer indépendamment l'une de l'autre : la première, qui sera presque toujours la plus importante, agissant comme artillerie de crête, la seconde jouant le role d'artillerie d'accompagnement.

On considère en outre qu'étant donnés les effets de destruction auxquels peut prétendre le canon de 75, une section ou même une pièce peut au besoin être détachée et opérer isolément.

Ainsi l'adoption du canon à tir rapide oblige l'artillerie :

1° A chercher autant que possible des emplacements de batterie en arrière des couverts du terrain qu'elle peut atteindre sans se laisser voir, de façon à échapper à la destruction par le feu des batteries ennemies en surveillance ;

2° A utiliser presque tous les couverts et tous les cheminements, aussi bien ceux qui sont voisins des crêtes que ceux qui se trouvent sur les pentes ou dans les fonds ;

3° A profiter même des plus petits abris ou accidents de terrain pour y placer avantageusement une section et parfois une pièce.

Il faut remarquer aussi que, grâce aux appareils de pointage du canon de 75 et à son caisson-observatoire,

beaucoup d'emplacements de batterie, auxquels les officiers d'artillerie auraient autrefois renoncé, sont devenus aujourd'hui pratiquement utilisables.

La conclusion à tirer de ces diverses considérations, relativement au choix des emplacements de batteries et d'objectifs, c'est qu il est indispensable, pour assurer l'instruction des unités, de posséder des champs de tir suffisamment accidentés et présentant de nombreux couverts, aussi bien dans la partie où opèrent habituellement les batteries que dans celle où sont installés les objectifs.

Il faut encore tenir compte du fait suivant :

Pour échapper au feu de l'artillerie à tir rapide, l'infanterie a adopté de nouveaux procédés de manœuvre. A l'avenir, elle sera en quelque sorte insaisissable pour l'artillerie, à moins d'être surprise dans l'un des rares instants où elle se porte d'un couvert à un autre. Pour l'atteindre, l'artillerie devra tirer sur les couverts derrière lesquels les hommes iront toujours naturellement et, pour ainsi dire, *d'instinct* chercher un abri. Mais pour que les batteries puissent s'habituer à régler leur tir sur de semblables objectifs, il faut qu'il s'en trouve dans les champs de tir.

Nous arrivons ainsi encore une fois à la même conclusion :

Aujourd'hui, plus que par le passé, il importe que le champ de tir soit une portion de terrain présentant tous les obstacles et tous les couverts qu'on rencontre habituellement dans la campagne.

b) Cherchons maintenant quels sont les besoins nouveaux des batteries à tir rapide en nous plaçant au point de vue de l'*organisation des buts*.

Quand l'artillerie à boucliers occupe une position de batterie lui permettant de mettre son matériel *à l'abri des vues,* elle présente une résistance pour ainsi dire sans li-

mite. Le matériel ne pouvant être brisé, elle ne sera réduite au silence, d'une façon définitive, que par usure, usure du personnel ou usure des munitions; elle pourra donc continuer son feu presque indéfiniment en tirant dans les intervalles des rafales de l'artillerie ennemie.

Nous devons exercer notre personnel à tirer sur de semblables objectifs, c'est-à-dire que nous devons organiser comme objectifs des batteries abritées dont le tir puisse être figuré à plusieurs reprises à la volonté du Directeur de l'exercice. Nous devons aussi exercer le personnel à tirer sur l'infanterie en mouvement.

Ces différents résultats ne peuvent être obtenus que dans un champ de tir bien organisé, c'est-à-dire doté de tout le matériel nécessaire (marrons et appareils à lueurs, chapelets de pétards, silhouettes à éclipses, silhouettes à relèvement, etc.) et possédant en outre de nombreux abris de figuration, reliés par le téléphone avec le Directeur de l'exercice.

Mais l'expérience a démontré que le rayon d'action d'un abri de figuration ne dépassait guère 50 m. Le maniement d'objectifs appelés à fonctionner à plusieurs reprises, à l'indication d'un Directeur d'exercice, comme des appareils à lueurs, des silhouettes figurant les mouvements de l'infanterie, etc., devient en effet difficile quand les travailleurs sont placés à plus de 50 m des objectifs.

Dans la plupart des champs de tir, les abris de figuration doivent donc être multipliés afin de faciliter le maniement des objectifs nécessaires à l'instruction des batteries à tir rapide. Il faut éviter toutefois que l'installation de nombreux abris n'enlève au terrain son aspect naturel (1); il suffit pour cela de prendre les précautions suivantes:

L'abri sera très petit; on le réduira à une sorte de ni-

(1) On abuse habituellement de la locution *terrain naturel* et l'on n'a généralement rien de plus pressé que de faire disparaître tout ce que ce terrain a de naturel.

che creusée dans le sol, et capable d'abriter seulement deux ou trois travailleurs, dont un téléphoniste. Il sera en majeure partie au-dessous du terrain naturel. On évitera de donner des formes géométriques à la masse de terre qui le recouvre. Enfin on le dissimulera par tous les moyens et en particulier on le couvrira de la même culture que les terrains environnants.

c) Cherchons enfin quelles sont les améliorations désirables en nous plaçant au point de vue de l'*installation des observatoires.*

Quand les batteries exécutaient leurs tirs avec le canon de 90, on s'efforçait de faire relever par les observateurs au but tous les points d'éclatement. Les observateurs devaient pour chaque coup percutant, déterminer la grandeur (à 5 ou 10 m près) et le sens de l'écart en portée par rapport au but. Lorsqu'il s'agissait de coups fusants, ils devaient évaluer l'intervalle d'éclatement et quelquefois aussi la hauteur.

Dans les tirs d'*instruction,* ils fournissaient généralement tous les résultats demandés, mais, dans les tirs *de groupe*, ils ne pouvaient jamais renseigner que d'une manière fort incomplète en raison des confusions qui se produisaient inévitablement entre les différents points d'éclatement, même dans les champs de tir possédant de bons observatoires.

Il n'y a donc rien d'étonnant à ce qu'il ait fallu renoncer absolument à relever coup par coup le tir des batteries à tir rapide et qu'on en soit arrivé à demander uniquement aux observateurs des renseignements sur un point particulier, par exemple la grandeur approchée et le sens de l'écart moyen en portée d'une salve donnée.

Cette manière de faire se justifie pleinement.

Quel est en effet le but essentiel des écoles à feu?

Entretenir chez les capitaines une certaine habileté au

point de vue de l'observation, et l'habitude de décider rapidement les dispositions à prendre pour assurer l'efficacité du tir.

Pour entretenir ces qualités chez les officiers, le meilleur moyen consiste évidemment à leur signaler les fautes d'observation au moment même où ils les commettent et à leur faire connaître les résultats qu'aurait produits le tir d'efficacité.

Le relevé coup par coup n'a qu'un intérêt secondaire. Il importe peu, en effet à un capitaine d'apprendre, *un moment après la fin de son tir,* qu'il a commis telle ou telle faute d'observation ; le plus souvent alors, il se rappelle mal ce qu'il a vu. Il appartient au Directeur de l'exercice d'observer lui-même les tirs. Quand il y a doute dans son esprit, il fait tirer soit à la fin de l'école, soit même au cours du réglage, les coups de contrôle destinés à fixer son opinion. Par exemple, il peut : faire tirer à nouveau une salve qui a donné lieu à une observation fausse ; faire redoubler les salves qui constituent les limites de la fourchette pour contrôler un réglage ; faire tirer la salve longue d'un tir d'efficacité pour se rendre compte des résultats qu'on aurait obtenus si ce tir avait été lancé, etc.

L'officier au poste d'observation est prévenu. La batterie intéressée tire seule. Les résultats de l'observation au point d'éclatement sont immédiatement transmis.

Le Directeur peut alors, *à coup sûr* et sans laisser subsister aucun doute dans l'esprit de personne, signaler les fautes d'observation commises pendant la période de réglage et indiquer les *ratés d'efficacité.*

Ainsi, actuellement le Directeur d'exercice ne doit demander à l'observateur au but que des renseignements sur un point particulier. Les officiers envoyés dans les observatoires ont donc simplement besoin de se trouver, au point de vue de la facilité d'observation, dans des

conditions meilleures que celles imposées au Directeur d'exercice, lequel est tenu de rester auprès des batteries.

Pour obtenir ce résultat, il n'est plus besoin de posséder autant d'observatoires qu'autrefois ; il suffit d'en avoir quelques-uns suffisamment élevés, permettant de bien apercevoir tous les emplacements d'objectifs.

Si le champ de tir renferme des points dominants, l'installation en ces points d'abris bas et, par suite, peu coûteux procurera d'excellents observatoires. Si les points dominants font défaut, on construira des abris d'observation élevés.

En définitive, les améliorations ayant pour but l'appropriation des champs de tir anciens aux besoins des batteries à tir rapide peuvent se résumer de la façon suivante :

Augmenter autant que possible le nombre des emplacements de batteries et d'objectifs en agrandissant le champ de tir et en constituant des couverts (1) ;

Perfectionner le matériel destiné à figurer les objectifs ;

Multiplier les abris de figuration. Les relier par le téléphone aux divers emplacements de batteries et les classer de manière que le directeur du parc puisse communiquer avec chacun d'eux sans hésitation ;

Réduire le nombre des abris d'observation et constituer avec ceux qui s'y prêtent le mieux les quelques observatoires élevés indispensables.

DESCRIPTION DE MODÈLES D'ABRIS

Tout champ de tir, pour avoir une organisation complète doit posséder deux types d'abris :

1er *type*. — Abri de *figuration* pour assurer le maniement des objectifs ;

(1) En respectant surtout ceux qui existent.

2e *type.* — Abri d'*observation* pour contrôler les résultats du tir.

L'un et l'autre peuvent être constitués soit au moyen d'une carapace en tôle ondulée recouverte de terre, soit au moyen d'un réduit également recouvert de terre, mais établi avec de la maçonnerie, des rails et du bois.

Les modèles d'abris en maçonnerie sont dénommés *abris fixes,* par opposition aux abris en tôle qui sont dits *abris mobiles,* parce qu'ils ne sont pas invariablement liés au sol.

Les *abris fixes* étant d'un modèle très courant, nous nous bornerons à leur sujet à quelques indications sommaires, tandis que nous donnerons une description complète des abris en tôle ondulée.

1er type. — Abri de figuration.

Tout abri de figuration doit satisfaire aux conditions ci-après :

Se trouver tout à fait à proximité des objectifs, c'est-à-dire être situé le plus souvent sur la ligne de tir ;

Être formé d'une sorte de niche dépassant le moins possible le terrain naturel et pouvant recevoir deux ou trois travailleurs (dont un téléphoniste) ;

Mettre ces travailleurs absolument à l'abri des projectiles, des éclats et des balles, en leur laissant cependant toute facilité pour voir et pour manier les objectifs qui leur sont confiés.

Les deux modèles d'abri que nous allons décrire satisfont à ces divers desiderata.

Abri de figuration mobile en tôle ondulée (1).

Nous indiquerons successivement l'organisation de la carapace en tôle, les procédés de montage et enfin la ma-

(1) Voir, à propos de ce genre d'abris, la *Revue d'artillerie*, t. 38, p. 57

nière de déterminer la forme et les dimensions du *matelas de terre* protecteur.

Description de la carapace. — L'abri de figuration mobile a pour ossature une carapace en tôle ondulée galvanisée, qui se compose d'une voûte en plein cintre fermée à l'une de ses extrémités. Cette ossature est placée dans une excavation et recouverte de terre, de façon qu'un projectile quelconque rencontre toujours une épaisseur de terre largement suffisante pour l'arrêter avant son arrivée au contact de la tôle. L'expérience a montré que cette épaisseur était de 2 m.

La tôle étant galvanisée peut rester pendant de nombreuses années dans le sol sans altération sensible (1).

L'ondulation a pour effet de donner à la tôle assez de rigidité pour lui permettre de résister à la pression de la masse couvrante. La longueur d'onde la plus employée est celle de 109 mm. L'épaisseur n'est que de 1 mm, ce qui serait insuffisant pour supporter le choc direct des balles, mais ce qui convient parfaitement pour soutenir le matelas de terre de l'abri.

La carapace comprend (fig. α) :

1° La *voûte* A ;

2° L'appareil placé à l'avant de la voûte pour retenir les terres et qui est formé d'un *bavolet* B et de deux *auvents* C ;

3° La *plaque d'arrière* D.

La *voûte* A, en plein cintre, a 2 m de diamètre, 2 m de hauteur sous cintre et une profondeur de $1^{m},60$. Elle est formée de deux éléments de voûte de $0^{m},80$ de longueur

(1) Le champ de tir de Fontainebleau possède une dizaine d'abris de cette espèce dont la tôle, bien que recouverte de terre depuis près de vingt ans, est encore à peu près intacte.

Ces abris ont été établis par M. Carpentier, constructeur à Paris, ainsi que les abris d'observation dont nous donnons plus loin la description. Ils sont actuellement soumis à des épreuves de tir qui permettront seules de déterminer le modèle définitif assurant une sécurité absolue.

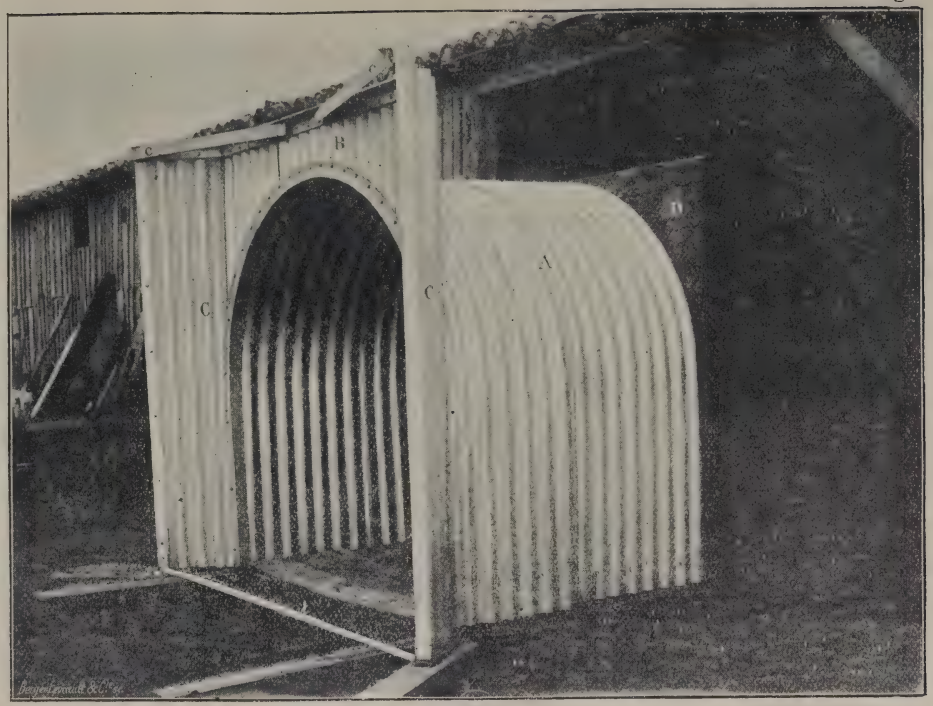


Fig. α. — Abri de figuration.

qui s'emboîtent l'un dans l'autre d'une ondulation. L'élément placé en avant est garni sur tout son pourtour extérieur d'une cornière.

Le *bavolet* B a été découpé suivant une demi-circonférence afin de pouvoir épouser exactement la forme du cintre. Sa partie supérieure est renforcée par une cornière qui se trouve à $0^m,30$ au-dessus de ce dernier quand le bavolet est en place.

Les *auvents* C ont $0^m,50$ de largeur et $2^m,30$ de hauteur. Ils forment avec le bavolet un angle de 135° environ.

La position relative du bavolet et des auvents est assurée en haut par deux cornières *c* et en bas par une traverse *t*. Les deux cornières et la traverse sont mises en place et boulonnées au moment du montage de l'abri.

La *plaque d'arrière* D est simplement formée d'une feuille de tôle carrée de 2 m de côté.

Montage. — On creuse d'abord dans le sol une excavation de $1^m,50$ environ de profondeur, convenablement orientée et ayant un peu plus de 2 m de largeur et de $1^m,60$ de longueur. On commence le déblaiement du terrain par l'avant, en amorçant la construction de la rampe et des escaliers destinés à donner accès dans l'abri.

On garnit le fond de l'excavation de planches qu'on nivelle avec soin; c'est sur ces planches que doivent reposer la plaque d'arrière, les pieds-droits des voûtes et les auvents.

On débute par mettre en place dans l'excavation la plaque d'arrière, puis successivement les deux éléments de voûte qui doivent s'emboîter l'un dans l'autre sur une longueur d'onde. On dispose ensuite le bavolet à cheval sur le devant de la voûte et contre la cornière circulaire. Enfin on apporte les deux auvents, qu'on fixe au bavolet à l'aide des deux cornières et de la traverse.

Ces divers éléments installés, on les recouvre de terre,

sans les réunir davantage les uns aux autres, la pression de la masse couvrante suffisant à assurer leur liaison.

Il est bon de placer des gazons entre la voûte et la plaque d'arrière pour empêcher l'écoulement de la terre dans l'intérieur de l'abri.

Organisation du matelas de terre. — Il importe de bien se rendre compte de la forme extérieure et des dimensions qu'il convient de donner au matelas, d'abord parce que c'est lui seul qui arrête les coups, la tôle ne servant qu'à soutenir les terres, en second lieu parce que, ainsi que nous le verrons plus loin, cette forme et ces dimensions varient légèrement suivant la situation de l'abri par rapport à la ligne de tir, de même que suivant la distance et la différence d'altitude entre l'abri et les emplacements de batteries.

A titre d'exemple, nous allons déterminer la forme et les dimensions du matelas destiné à assurer la protection d'un abri donné.

Nous chercherons d'abord à mettre les travailleurs à l'*abri d'un projectile isolé ;* nous indiquerons ensuite les modifications à faire pour protéger ces travailleurs contre une *série de projectiles* qui viendraient se superposer, ainsi que contre des *éclats* et des *balles.*

Le moyen qui, après expérience, a paru le plus pratique pour arriver à ce résultat consiste à faire usage d'un *gabarit.*

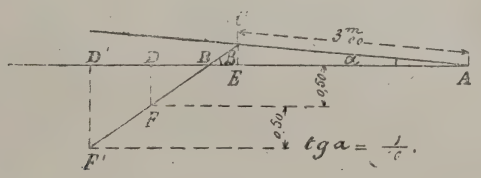


Fig. 8.

Considérons pour l'abri qui nous occupe le dernier élément de la trajectoire à angle de chute maximum sui-

vant laquelle il peut recevoir un projectile. En d'autres termes, α étant l'angle de chute maximum des projectiles qui peuvent atteindre l'abri, traçons la droite AC (fig. β) qui fait avec l'horizontale AB un angle α. A partir du point A, prenons une longueur AC = 3 m, puisqu'il suffit de 3 m de terre pour arrêter un projectile de campagne.

Du point C menons une perpendiculaire CE à AB et une oblique CB ayant l'inclinaison que nous voulons donner au talus extérieur. Le contour ACBE constituera la partie essentielle de notre gabarit. Il nous reste à le compléter sur un point.

Pour permettre, en effet, aux travailleurs d'apercevoir le terrain en avant d'eux, il est commode de placer le sommet de la voûte à $0^m,50$ environ au-dessus du terrain naturel. Nous avons donc besoin de connaître la distance AD, le point D étant déterminé par la condition que la hauteur DF = $0^m,50$.

Fig. γ.

Il est alors facile de construire, au moyen de liteaux, un gabarit analogue à celui que représente la figure γ.

Supposons maintenant la carapace en tôle placée dans l'excavation. Nous n'aurons plus qu'à faire tourner notre gabarit en appliquant son sommet A sur la tôle et en dirigeant son plan suivant les trajectoires dangereuses pour déterminer la forme et les dimensions d'un matelas interposant une épaisseur de terre AC d'au moins 3 m entre la tôle et n'importe quel projectile. Le point D permettra de tracer le pied du talus extérieur sur le sol en se servant, par exemple, d'un fil à plomb.

Les figures δ, ε, ζ, η et θ, qui donnent un plan et deux coupes de l'abri, les unes avant et les autres après le pla-

cement du matelas de terre, permettent de se rendre parfaitement compte des dispositions qu'il faut prendre pour

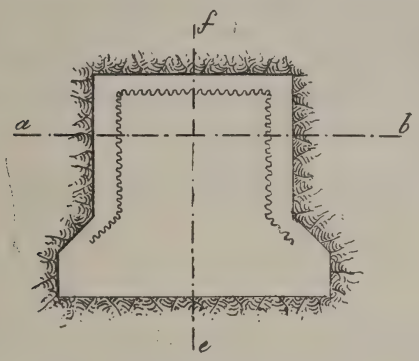


Fig. δ. — Coupe horizontale suivant *cd*.

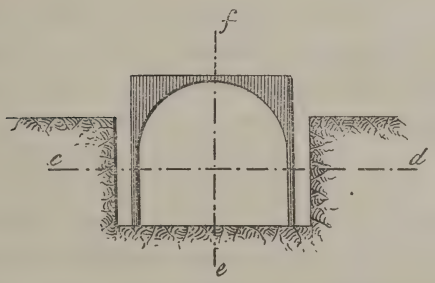


Fig. ε. — Coupe verticale suivant *ab*.

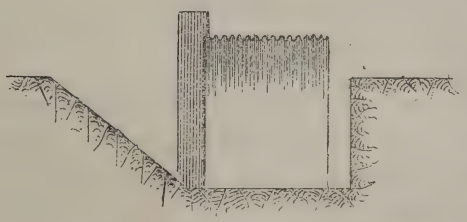


Fig. ζ. — Coupe verticale suivant *ef*.

protéger la carapace contre l'effet d'un seul projectile. Dans la construction des figures δ, ε, ζ, η, θ, nous avons

pris tg $\alpha = 1/10$. Cette valeur de tg α convient quand il y a entre les emplacements de l'abri et de la batterie une faible différence d'altitude et une distance de 2 500 m environ. Elle conduit à donner au matelas de terre une hauteur CE de $0^m,30$ au-dessus du sommet de la voûte.

Cette hauteur varie du reste avec la distance de tir : elle est respectivement égale

A $0^m,15$	pour une distance de	1 500 m
$0^m,30$	—	2 500 m
$0^m,45$	—	3 500 m
$0^m,60$	—	4 000 m

à condition toutefois qu'il n'y ait pas une notable différence d'altitude entre l'emplacement de la batterie et l'abri.

La solution que nous venons d'exposer est évidemment une solution théorique. Elle nous conduit à ne pas mettre de terre au sommet antérieur de la voûte. Rien cependant n'empêcherait d'arriver en ce point un projectile lancé de telle manière qu'il laboure légèrement le dessus du matelas. C'est là une première raison pour employer une surépaisseur de terre; mais il en est une autre.

L'abri doit être protégé contre une série de projectiles venant se superposer. Un premier projectile labourant le dessus de l'abri diminuerait en effet l'épaisseur du matelas le long d'une ligne déterminée et permettrait à un autre projectile suivant exactement la même trajectoire d'atteindre la carapace.

Pour protéger celle-ci d'une manière complète, il faut augmenter l'épaisseur du matelas, ce qui est facile grâce au bavolet. Mais on ne devra pas se contenter de mettre cette surépaisseur de terre sur le devant de l'abri seulement, car on s'exposerait ainsi à faire éclater en cet endroit certains projectiles qui, sans le bourrelet en question, auraient été tomber plus loin au delà de l'abri. On augmentera l'épaisseur de terre sur toute l'étendue du

matelas de manière à lui conserver son profil extérieur théorique et à arrêter tous les projectiles sur le talus faisant face aux positions de batterie.

Le gabarit ACBD′, construit de telle façon que D′F′ = 1 m (fig. β), permet de déterminer les limites d'un matelas ayant une surépaisseur de terre de $0^m,50$.

Pour localiser les effets des projectiles en les faisant tous éclater au même point, il est avantageux de noyer dans l'épaisseur du matelas de terre un mur en pierres sèches (fig. η et θ).

Le trait pointillé tracé sur les figures η et θ montre la forme et les dimensions du matelas de terre après la construction du mur en pierres sèches et la mise en place d'une surépaisseur de terre de $0^m,50$.

Un abri en tôle exactement semblable à celui dont nous venons de donner la description a été recouvert d'une surépaisseur de terre de $0^m,30$ seulement, sans être garanti par un mur en pierres sèches. Il a été soumis à un tir percutant suffisamment prolongé pour recevoir 30 projectiles *se superposant*. La tôle n'a pas été traversée. Il importe d'ailleurs de faire remarquer que le tir a dû être arrêté uniquement parce qu'on s'est rendu compte qu'en le prolongeant on n'arriverait pas à percer la carapace.

La solution que nous venons d'exposer assure donc la protection des travailleurs contre les quelques projectiles que l'abri peut recevoir dans une séance de tir.

Le personnel occupant les abris n'a jamais eu à signaler l'arrivée dans l'intérieur d'un éclat ou d'une balle pendant les tirs exécutés avec tous les modèles de projectiles sur des objectifs placés tout à fait à proximité.

Abri de figuration fixe.

Cet abri est constitué par une sorte de chambre cubique, placée dans une excavation du sol et formée de deux

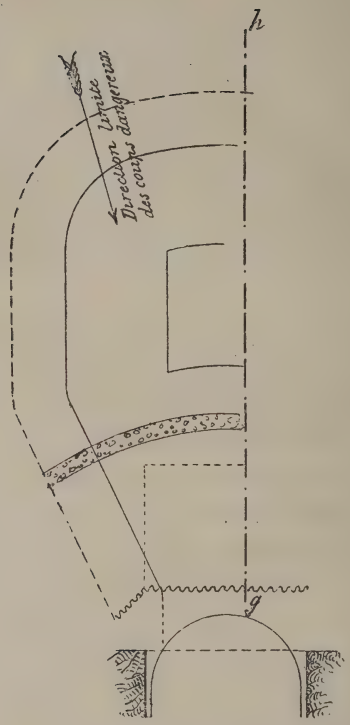


Fig. 7. — Plan et coupe de l'abri recouvert de terre.

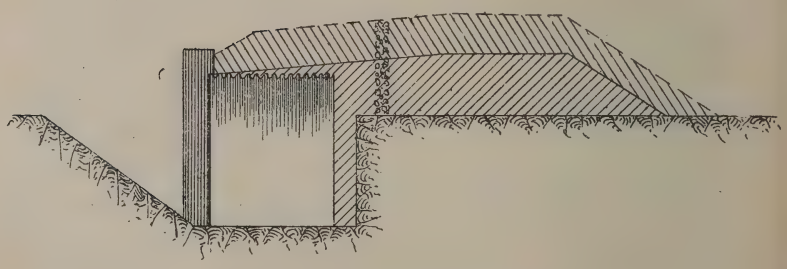


Fig. 8. — Coupe verticale suivant *gh*.

murs parallèles orientés suivant la ligne de tir. Ces murs servent de supports à un plafond formé de rails et de lambourdes. Du côté des emplacements de batterie la chambre est fermée par des madriers placés de champ, tandis que, du côté opposé, elle reste entièrement ouverte. Le sol de l'abri du côté de l'ouverture est raccordé avec le sol naturel par une rampe et des escaliers.

La chambre ainsi formée est absolument protégée contre les projectiles, les éclats et les balles par un matelas de terre constitué comme celui de l'abri en tôle.

Remarque. — Les deux modèles d'abri de figuration, l'un en tôle ondulée, l'autre en maçonnerie avec rails et bois, sont tout à fait comparables au point de vue de l'emploi. Mais quand il est nécessaire d'acheter la plus grande partie des matériaux (pierre, bois, chaux, rails), l'abri fixe coûte beaucoup plus cher que l'abri mobile. Ce dernier est alors bien préférable puisqu'il joint à l'avantage d'un prix de revient moins élevé celui d'être mobile ou déplaçable, tout en ayant une durée au moins égale.

2e type. — Abri d'observation.

Ce deuxième type d'abri a pour objet de placer les observateurs dans les meilleures conditions pour relever les points d'éclatement dont l'écart en portée est demandé par le directeur de l'exercice. Il comprend essentiellement une sorte de chambre dont les parois sont en tôle ou en maçonnerie et bois. La protection est obtenue par un matelas de terre. L'abri possède une fenêtre de visée permettant de voir les objectifs et une porte placée du côté opposé aux positions de batterie.

Les abris d'observation sont toujours installés de préférence sur les points dominants ; ils sont généralement placés dans une excavation sans être toutefois trop enfoncés de façon que les objectifs et le terrain environnant restent toujours suffisamment visibles.

A défaut de points dominants, l'abri d'observation est quelquefois établi de manière à constituer un observatoire élevé. Il place alors les observateurs dans la situation où ils se trouveraient s'ils observaient le tir du premier étage d'une maison par exemple.

Nous donnons ci-après quelques renseignements sur les différentes sortes d'abris d'observation que l'on peut utiliser.

Abri d'observation mobile en tôle ondulée.

Description. — Cet abri est constitué, comme l'abri de figuration, par une carapace en tôle placée dans une excavation et protégée par un matelas de terre.

La carapace est en tôle ondulée galvanisée de 1 mm d'épaisseur et de 109 mm de longueur d'onde.

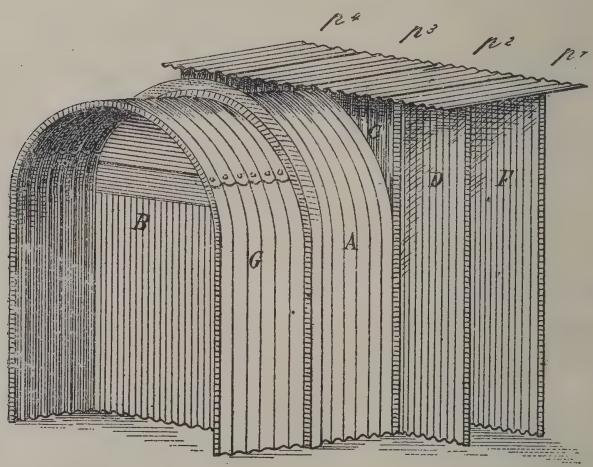


Fig. ι. — Abri d'observation.

Elle comprend (fig. ι, κ, λ) : la chambre dans laquelle se tiennent les observateurs, la plaque portant une fenêtre de visée, enfin l'élément de voûte servant à protéger le devant de l'abri et en particulier la fenêtre de visée.

La chambre a $1^{m},60$ de longueur ; une moitié de son plafond est voûtée, l'autre est horizontale.

La partie voûtée est constituée par un élément de voûte A et par la plaque B portant la fenêtre de visée.

La portion dont le plafond est horizontal est constituée par un bavolet C portant deux auvents, l'un D perpendiculaire et l'autre E parallèle à l'axe de l'abri, puis par une plaque d'arrière F et enfin par quatre petites plaques p_1, p_2, p_3, p_4 qui forment plafond quand elles sont placées horizontalement sur la tranche supérieure du bavolet et de la plaque d'arrière.

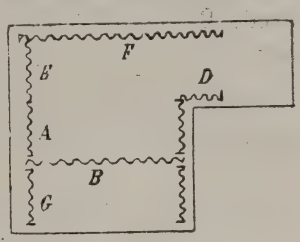


Fig. 2.
Coupe horizontale suivant *mn* (fig. 5).

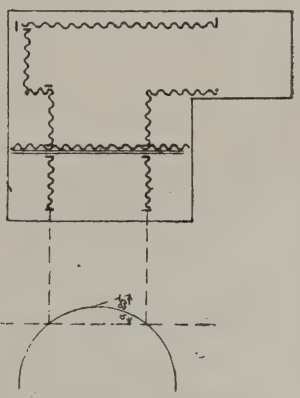


Fig. 3.
Coupe horizontale suivant *op* (fig. 1 et 5).

Le couloir formant la porte de l'abri est constitué par le prolongement de la plaque d'arrière, l'auvent D parallèle à cette plaque et la petite plaque p_1 placée horizontalement au-dessus.

La plaque B portant la fenêtre de visée est découpée suivant une circonférence. Elle est renforcée au-dessus et au-dessous de la fenêtre par des plaques d'acier.

L'élément de voûte G, qui sert à maintenir les terres destinées à protéger le devant de l'abri, est identique à l'élément de voûte A.

L'excavation a 1 m de profondeur environ et ses dimensions sont largement suffisantes pour contenir la carapace. Elle est orientée de manière que la fenêtre de visée permette de bien apercevoir les objectifs tout en restant absolument à l'abri des projectiles.

Pour satisfaire à cette dernière condition en réduisant autant que possible le remblai, on dispose la plaque renforcée B portant la fenêtre de visée parallèlement à la direction limite *st* des coups dangereux (fig. ξ).

Montage. — On place d'abord au fond de l'excavation, aux endroits où doivent reposer les plaques et les pieds-

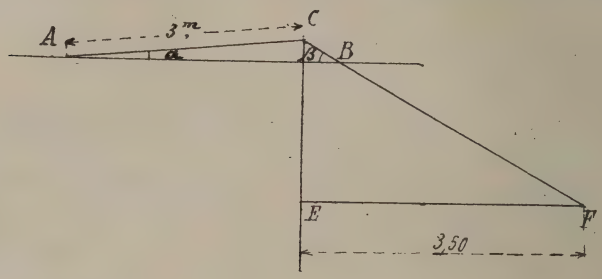


Fig. μ.

droits des voûtes, des planches qu'on nivelle avec soin. On apporte ensuite les différentes parties de la carapace :

1° L'élément de voûte avant G ;

2° La plaque renforcée B portant la fenêtre de visée ;

3° L'élément de voûte A ;

4° Le bavolet C et les deux auvents D et E ;

5° La plaque d'arrière F ;

6° Les quatre petites plaques p_1, p_2, p_3, p_4.

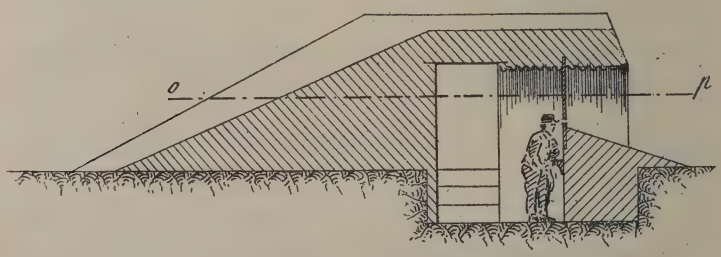


Fig. ν. — Coupe verticale suivant *kl*.

La pression des terres dont on recouvre la carapace assure la liaison des différentes parties constituantes. Au

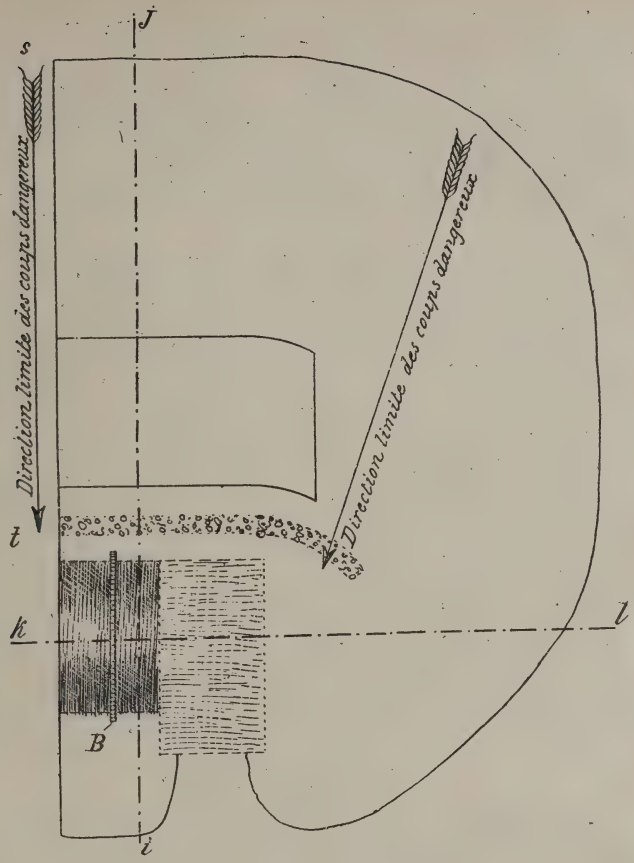


Fig. ξ — Plan de l'abri recouvert de terre.

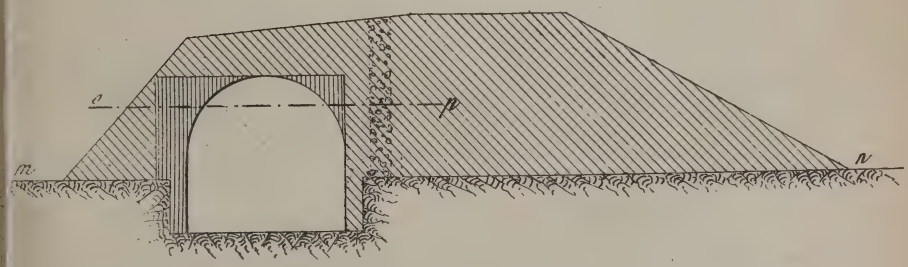


Fig. o. — Coupe verticale suivant *ij*.

besoin on maintient en place la plaque d'arrière et les auvents au moyen de piquets en bois.

La forme et les dimensions du matelas de terre sont déterminées d'après les considérations précédemment exposées pour l'abri de figuration (fig. μ).

Les figures ν, ξ, ο montrent l'abri complètement installé.

Abri double d'observation en tôle ondulée.

Il peut se présenter certaines formes de terrains pour lesquelles il soit avantageux d'accoler deux abris semblables à celui dont nous venons de donner la description. La chambre a alors $2^m,40$ de longueur. Elle comprend trois parties de $0^m,80$ de long. Les deux parties extrêmes sont formées chacune avec un élément de voûte; la troisième, placée au centre, a son plafond horizontal. A chaque extrémité de la chambre se trouve une plaque renforcée portant une fenêtre de visée.

L'abri est protégé à droite et à gauche par un élément de voûte destiné à soutenir les terres.

La porte est placée dans la partie centrale; elle peut être utilisée pour le maniement des buts (1).

Abri d'observation fixe.

Il est constitué au moyen de murs en maçonnerie sur lesquels on fait reposer un plafond formé de rails et de madriers. Une fenêtre de visée est placée du côté des objectifs et une porte est ménagée du côté opposé aux positions des batteries.

Quand l'abri est placé sur un point dominant, pour le mettre à l'abri des projectiles, on l'enfonce légèrement et on le recouvre d'un matelas de terre dont la forme et les dimensions sont déterminées comme il a déjà été dit pour les abris de figuration.

Pour diminuer autant que possible les dimensions du

(1) On voit que ce genre d'abri est absolument symétrique par rapport au couloir central.

matelas de terre, il suffit de placer la plaque renforcée portant la fenêtre de visée exactement dans la direction de tir la plus divergente.

Abri élevé d'observation. — Quand les points dominants favorables à l'observation font défaut, on est souvent forcé de construire un abri élevé.

Dans ce cas on s'arrange de manière que l'abri soit bien visible des positions de batterie et on prescrit de ne jamais tirer dans sa direction. Il est alors seulement exposé à recevoir un projectile isolé ou des balles et des éclats.

L'abri élevé est constitué avec des murs épais en maçonnerie et un plafond de rails et lambourdes recouvert de terre. Il est orienté de manière que le mur portant la fenêtre de visée, ainsi que le mur opposé se trouvent juste dans la direction limite des coups dangereux venant de droite ou de gauche. Grâce à cette disposition, aucun projectile ne peut atteindre l'abri ailleurs que sur le mur faisant face aux batteries. Mais ce dernier mur, bien que renforcé, peut être insuffisant contre les projectiles ; aussi quand il est difficile de le protéger par un matelas de terre, est-il indispensable de placer à quelques

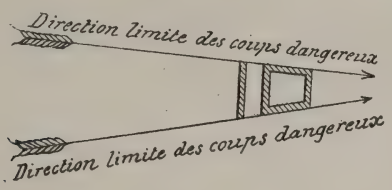


Fig. π.

mètres en avant un deuxième mur assez épais pour arrêter les projectiles ou au moins pour les faire éclater avant qu'ils n'atteignent l'abri (fig. π).

G. Aubrat,
Chef d'escadron d'artillerie.

(*A suivre.*)

CURIOSITÉS CYCLISTES

CHANGEMENTS DE VITESSE

La bicyclette, instrument de transport individuel incomparable, a présenté jusqu'ici deux graves inconvénients. D'une part, elle se prête mal aux exigences des différents terrains, et, d'autre part, elle a été longtemps fabriquée comme ces vêtements dits de *confection,* aux formes desquels on doit s'adapter au lieu de les adapter aux siennes.

Ce dernier inconvénient tend à s'atténuer et les fabricants, moins pressés que jadis par la clientèle, commencent aujourd'hui, poussés par la nécessité, à se préoccuper quelque peu des besoins et des goûts de l'acheteur ; ils livrent toujours de la *confection,* et ils ne peuvent faire autrement en raison des prix de vente actuels, mais ils consentent à ne plus imposer la même machine à tout le monde.

En revanche on continue à ne pas trouver de bicyclette permettant de se mouvoir avec facilité dans tous les terrains, qu'ils soient en plaine ou en montagne.

Il a même fallu l'engouement extraordinaire dont la bicyclette a joui à son début pour que l'on ait pu passer si longtemps sur un vice presque rédhibitoire, et se contenter de machines qui n'étaient en réalité propres qu'à un seul usage, la course de vitesse. Chose singulière,

pendant de longues années une foule de gens, qui auraient tourné en ridicule l'emploi exclusif du cheval de course pour la selle ou l'attelage, n'ont consenti à employer comme machine que la bicyclette de course.

Le résultat ne s'est pas fait attendre. Après avoir été célébré sur tous les tons et avoir été déclaré d'une utilité universelle, l'usage de la bicyclette s'est bientôt réduit d'une part aux courses et aux pseudo-courses déguisées sous le nom de promenades sur route, d'autre part aux promenades en terrain plan et aux parcours journaliers de petite longueur. Instrument de course ou fiacre à bon marché, tel a été l'emploi du véhicule nouveau. Quant aux espérances que la bicyclette avait fait concevoir au point de vue du tourisme, elles se sont bien vite évanouies et il est tout à fait exceptionnel de rencontrer aujourd'hui un véritable touriste à bicyclette (1).

Réduits à rouler exclusivement en plaine, les touristes ont bien vite trouvé cet exercice monotone et ils ont renoncé à ce mode de locomotion. Que faut-il donc faire pour les y ramener et pour permettre à la bicyclette de circuler aisément partout ?

On a proposé d'abord de réduire les développements en usage, développements raisonnables pour les coureurs et déraisonnables pour les amateurs; mais cette solution est incomplète. Avec un petit développement, 4 m par exemple, on peut il est vrai circuler avec une très grande aisance en terrain moyen, mais on est encore assez vite arrêté en montagne et d'autre part en plaine on ne peut utiliser tous ses moyens. Il faut forcément en venir à l'emploi du changement de vitesse dont on n'a jamais hésité à doter les automobiles, mais qui semblait trop compliqué pour les bicyclettes.

On semble s'y être enfin résigné.

---

(1) L'absence d'instrument propre à la marche en tout terrain paraît avoir exercé également une influence fâcheuse sur le développement de la vélocipédie militaire.

Systèmes divers de changements de vitesse. — Quel système faut-il adopter de préférence?

On peut à l'heure actuelle classer, avec M. Bourlet, les changements de vitesse en deux catégories principales :

1° Les changements de vitesse à *transmissions juxtaposées;*

2° Les changements de vitesse à *transmissions superposées.*

Transmissions juxtaposées. — Elles se composent en réalité de deux transmissions distinctes; le cycliste actionne celle dont l'emploi lui paraît le plus favorable au moment considéré, l'autre tournant à vide et n'absorbant par suite qu'un travail insignifiant.

Leur organisation est très simple. Pour les machines à chaîne, il suffit de doubler la transmission, c'est-à-dire d'ajouter deux pignons et une nouvelle chaîne. Pour les machines sans chaîne, on n'a qu'à doubler le nombre des pignons du pédalier ou de la roue arrière.

Transmissions superposées. — On ajoute à la bicyclette un mécanisme spécial, multiplicateur ou démultiplicateur, qu'on met en action au moment du besoin.

Il en résulte que dans un cas une seule des transmissions travaille, tandis que, dans l'autre cas, toutes deux travaillent en même temps.

Les transmissions *superposées* ont en général d'assez sérieux inconvénients. Elles sont compliquées, difficiles à démonter, presque toujours délicates; elles ne permettent pas de faire varier suffisamment le rapport des développements qui doivent souvent être choisis trop voisins l'un de l'autre; enfin la superposition des deux mécanismes augmente notablement le travail absorbé par les résistances passives (1). Elles sont donc en principe notablement inférieures aux transmissions *juxtaposées.*

(1) En raison de leur complication, elles sont en outre forcément d'un prix élevé.

Celles-ci peuvent être soit à chaînes, soit sans chaînes. Dans l'un et l'autre cas le travail absorbé par le mécanisme qui fonctionne sans travailler est très faible et à peu près constant.

Les transmissions *juxtaposées* à chaînes présentent forcément un léger excédent de poids, ce qui est sans importance; mais, ce qui est plus grave, elles exigent le réglage simultané de deux chaînes, montées sur des pignons ayant les mêmes axes. Il en résulte des difficultés de construction et l'on peut craindre en outre que les chaînes ne s'allongent inégalement. Toutefois, dans la pratique ces inconvénients paraissent très supportables.

Ils n'existent pas avec les transmissions juxtaposées sans chaînes dont nous allons décrire deux spécimens.

Bicyclette sans chaîne La Percutante à deux vitesses.

Nous avons déjà donné (1) une description de la bicyclette sans chaîne La Percutante en faisant ressortir les avantages que cette machine paraissait présenter sur la plupart des autres *chainless* (2) : carter robuste et étanche, transmission à l'abri des déformations du cadre, montage, démontage et réglage faciles, (d'où remplacement aisé des organes détériorés), conservation du réglage de la roue arrière dans les démontages, enfin emploi d'un mode de transmission élastique.

Nous croyons aujourd'hui intéressant de décrire l'application, qui a été faite à cette machine, d'un changement de vitesse d'un type nouveau, à l'occasion du concours de bicyclettes organisé par le Touring-Club de France en août 1902.

Le changement de vitesse de La Percutante ne comprend que deux vitesses (3). Il est du type à transmissions *jux-*

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. **58**, p. 331.

(2) Nous employons le terme *chainless* à la place du mot *acatène*, ce dernier constituant une marque de fabrique.

(3) C'est le cas de la plupart des bicyclettes à changement de vitesse, et il paraît bien difficile d'obtenir davantage sans complication excessive.

taposées, lequel présente *a priori* une grande supériorité sur le type à transmissions *superposées,* ainsi que nous l'avons indiqué précédemment.

Le principe de ce système est le suivant :

La roue motrice porte, calés sur son moyeu, deux pignons d'angle engrenant constamment avec deux autres pignons montés sur l'arbre de transmission venant du pédalier ou sur son prolongement. De ces deux pignons l'un qui correspond à la grande vitesse est fou sur l'arbre, l'autre qui correspond à la petite vitesse est relié à cet arbre par un système d'encliquetage formant *roue libre.*

Un croisillon faisant corps avec l'arbre entraîne constamment l'encliquetage et par suite le pignon de petite vitesse. Mais, en déplaçant ce croisillon, on entraîne en outre le pignon de grande vitesse, sans rencontrer de résistance de la part du reste de la transmission, grâce à l'existence de l'encliquetage.

Ce dispositif n'est autre que celui qui est couramment employé dans les automobiles sous le nom de changement de vitesse *à pignons toujours en prise,* mais tandis que dans les automobiles il présente souvent des inconvénients à cause de la fragilité habituelle de l'organe d'entraînement et surtout de la grandeur des efforts mis en jeu, il fonctionne au contraire dans les bicyclettes d'une façon satisfaisante, en raison des dimensions relativement plus considérables de la pièce qui travaille le plus, et de l'inertie beaucoup plus faible des masses en mouvement (1).

La figure x représente une coupe horizontale de ce changement de vitesse, coupe passant par l'axe 1 de la roue arrière et l'axe R de l'arbre de transmission (2).

---

(1) Nous ne croyons pas que des dispositifs identiques aient été essayés pour l'organe d'entraînement des changements de vitesse des automobiles. Ils seraient d'ailleurs probablement difficiles à manier en raison de leur masse et leur action serait en outre assez brutale.

(2) Les lettres employées sont les mêmes que dans la description de la Percutante ordinaire, publiée antérieurement par la *Revue.* On pourra donc facilement comparer les mécanismes.

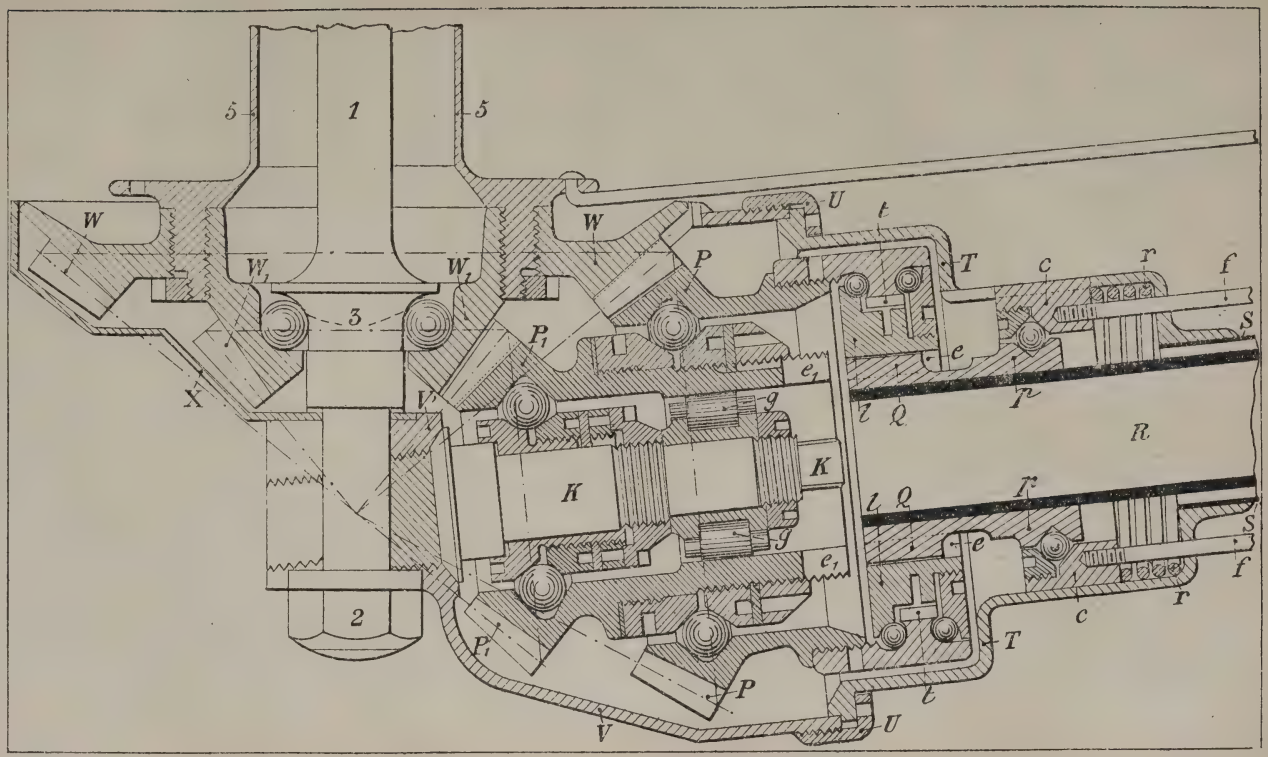


Fig. x. — Changement de vitesse de la bicyclette La Percutante.

K est la fusée centrale arrière qui sert à supporter tout le mécanisme ;

P_1 et W_1 sont les pignons de grande vitesse toujours en prise ;

P et W les pignons de petite vitesse également toujours en prise ;

l est un rochet, muni de taquets *tt*, qui peut entraîner le pignon P dans le sens de la marche directe ;

p est une pièce d'entraînement brasée sur l'arbre R et permettant de le faire coulisser suivant son axe ;

Q est un croisillon qui termine la pièce d'entraînement *p* et dont les quatre bras pénètrent en permanence dans les encoches *e* du rochet *l*, assurant ainsi l'entraînement du pignon P de petite vitesse ; ces quatre bras peuvent également pénétrer dans les encoches e_1 du pignon P_1 quand on pousse en arrière la pièce d'entraînement *p*, ce qui produit l'entraînement du pignon P_1 de grande vitesse ;

c est un collier à billes qu'on manœuvre au moyen de la fourchette *f* et qui permet d'actionner la pièce d'entraînement *p* et l'arbre R sans s'exposer au grippement à craindre ;

r est un ressort antagoniste qui tend à maintenir la pièce d'entraînement à sa position arrière, position correspondant à l'emploi de la grande vitesse ;

g est une couronne de galets montée sur la fusée K pour mieux assurer le centrage du pignon P_1.

En comparant la figure ϰ à celle qui représente la Percutante ordinaire (1) on se rend facilement compte des modifications qui ont été introduites par l'organisation du changement de vitesse. On constate en même temps que le mécanisme est toujours construit d'après les mêmes principes, l'arbre de transmission R roulant toujours sur les billes qui supportent le pignon P.

Les différences consistent en ce que :

1° Les billes du pignon P au lieu de reposer directement

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. 58, p. 342 (fig. η).

sur la fusée K reposent sur celle-ci par l'intermédiaire du pignon P_1 ;

2° L'arbre R, au lieu d'entraîner directement le pignon P par son croisillon terminal, l'entraîne par l'intermédiaire du croisillon Q et du rochet *l* muni des taquets *t*, le pignon P reposant du reste sur le rochet *l* par l'intermédiaire d'une double couronne de billes.

Ceci posé, il est facile de se rendre compte du fonctionnement du changement de vitesse.

Petite vitesse. — Considérons d'abord la position représentée par la figure ϰ. L'arbre R, par l'intermédiaire de la pièce d'entraînement *p* et de son croisillon Q, entraîne le rochet *l*. Celui-ci, par ses taquets *tt*, entraîne à son tour le pignon de petite vitesse P et par suite le pignon W de la roue arrière.

Le pignon W_1, calé sur le moyeu arrière 5, est entraîné en même temps que W et entraîne à son tour P_1 qui, n'étant pas relié à l'arbre R par le croisillon Q, tourne librement sur sa fusée K.

Les seules résistances passives ajoutées ainsi à celles de la Percutante ordinaire sont :

Les frottements réciproques des pignons W_1 et P_1, frottements très faibles car l'effort à vaincre est négligeable ;

Le frottement du roulement à billes interposé entre P et P_1, frottement qui a une valeur d'autant plus faible que la vitesse relative des pignons P et P_1 est inférieure à la vitesse de P (1).

Le frottement occasionnel des galets *g*.

Toutes ces résistances passives sont insignifiantes, constantes et indépendantes de l'effort exercé par le cycliste

Le fonctionnement de la petite vitesse se fait donc dans de très bonnes conditions.

---

(1) La vitesse angulaire de P étant prise pour unité, celle de P_1 est égale à $1 - \frac{pw_1}{wp_1}$; or $wp_1 > pw_1$. (Voir la note de la page 138.)

Grande vitesse. — La pièce d'entraînement p ayant été poussée en arrière sous l'action du ressort antagoniste r que la fourchette f a cessé de bander, le croisillon Q pénètre dans les encoches e_1 du pignon P_1 sans quitter pour cela les encoches e du rochet l.

Dans ces conditions, le croisillon Q entraîne successivement les pignons P_1 et W_1 et par suite la roue arrière 5. Celle-ci entraîne à son tour les pignons W et P qui tournent respectivement dans le même sens que les pignons W_1 et P_1.

D'autre part, le croisillon Q tend, comme précédemment, à entraîner le pignon P par l'intermédiaire du rochet l à la petite vitesse.

Mais la vitesse angulaire à laquelle la roue 5 entraîne le pignon P est égale, dans le cas actuel, au produit de la vitesse angulaire de l'arbre R par un certain coefficient de multiplication supérieur à l'unité, elle est donc supérieure à la vitesse angulaire que R tend à imprimer directement à P (1). Par suite P tend à tourner plus vite qu'il ne tournerait sous l'action de Q et de l; il roulera donc sur la double couronne de billes du rochet l qui fonctionnera comme *roue libre*.

En résumé, on voit que la Percutante à deux vitesses fonctionne en roue *libre* à la petite vitesse et en roue *serve* à la grande vitesse.

Dans ce dernier cas, en effet, il n'y a pas d'encliquetage

---

(1) Appelons en effet p, p_1, w, w_1, les nombres respectifs de dents des pignons P, P_1, W et W_1; à chaque tour de l'arbre R le pignon P exécutera 1 tour, s'il est entraîné directement par Q, et $\frac{p_1}{w_1}\frac{w}{p}$ tours s'il est entraîné par l'intermédiaire de P_1, W_1 et W. Or, par hypothèse, $\frac{p_1}{w_1} > \frac{p}{w}$ puisque W_1 et P_1 sont les pignons de grande vitesse; il en résulte que l'on a $\frac{p_1}{w_1}\frac{w}{p} > 1$, ce qui prouve que P tourne plus vite s'il est entraîné par l'intermédiaire de la transmission que s'il est entraîné directement. Il n'y aura donc pas antagonisme entre ces deux mouvements grâce au rochet l.

intermédiaire agissant entre la roue arrière et l'arbre de transmission.

On ne peut trouver d'inconvénients à cette disposition que si l'on tient à avoir *dans tous les cas* une roue libre, ce qui ne nous paraît nullement indispensable (1).

La Percutante à changement de vitesse a conservé les avantages du modèle ordinaire, elle est facilement démontable (2) et réglable, son fonctionnement ne souffre pas des déformations du cadre, enfin les roulements à billes bien placés ne sont pas exposés à prendre du jeu.

D'autre part, le rapport des vitesses peut varier dans des limites très étendues, ce qui est très important (3) et ne peut être réalisé avec les transmissions superposées.

Il faut ajouter du reste que les machines sans chaîne se prêtent particulièrement bien à l'emploi des changements de vitesse à transmissions *juxtaposées ;* l'adaptation d'un changement de vitesse ne change pour ainsi dire pas le poids de la machine et le mécanisme employé peut être très simple (4).

A ce point de vue, on peut dire que les machines sans chaîne, auxquelles on reproche souvent leur prix élevé et leur complication quand on les compare aux machines à chaîne, présentent au contraire une certaine supériorité sur celles-ci quand il s'agit de bicyclettes à changement de vitesse.

---

(1) Il est à remarquer qu'en 1896, époque à laquelle nous décrivions dans la *Revue d'artillerie,* sous le nom de *Frein d'entrainement circulaire Juhel,* la première roue libre de bicyclette ayant régulièrement fonctionné en France, aucun cycliste à peu près ne consentait à s'en servir ; actuellement c'est la tendance contraire qui prédomine.

(2) La machine peut être démontée avec les outils de la sacoche seuls.

(3) Les deux développements à employer peuvent être choisis égaux à 3 m et à 5 m environ, ce qui fait de la bicyclette à la fois une machine de plaine et une machine pouvant circuler *à peu près partout* en montagne.

(4) Avec les bicyclettes à chaîne le dispositif le plus simple de changement de vitesse est celui à deux chaînes; malheureusement ce système n'est pas absolument sans inconvénients, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment. (Nous ne parlons pas ici des machines dites *rétro-directes* qui ont également deux chaînes.)

N. B. — On pourrait remplacer le collier à billes *c* par un collier à frottements lisses, employer au lieu du rochet *l* à taquets un rochet à galets, ce qui ferait disparaître la double couronne de billes, enfin supprimer la couronne de galets *g*. On simplifierait ainsi quelque peu le mécanisme, mais, bien qu'un modèle de ce genre ait donné de bons résultats dans le concours du Touring-Club, on peut craindre qu'il ne soit exposé à des grippements du collier *c*, à la détérioration du rochet à galets *l* qui travaillerait beaucoup et enfin à des mouvements accidentels de bascule du pignon P_1. Dans ces conditions, le système que nous venons de décrire paraît devoir garantir beaucoup plus sûrement un fonctionnement régulier.

(*A suivre.*) L. F.

RENSEIGNEMENTS DIVERS

Allemagne : Concours de tracteurs à alcool. — Le ministère de la guerre et le ministère de l'agriculture, des domaines et des forêts instituent des prix pour les meilleurs tracteurs à alcool (*Vorspannmaschine mit Spiritusmotor*) construits en Allemagne.

Ces prix seront : le premier, de 12 500 fr, le deuxième, de 6 250 fr, et le troisième, de 3 125 fr.

Les machines devront répondre aux conditions suivantes :

A. — *Conditions militaires.*

1° Le poids total du tracteur, y compris le personnel, le combustible, tous les accessoires en outils et matériel, les pièces de rechange et les bagages des hommes, ne devra pas dépasser 7 500 kg ; de plus, l'essieu le plus chargé (essieu moteur) ne devra pas porter plus de 5 000 kg.

2° Le tracteur doit pouvoir traîner, sur de bonnes routes dont la pente ne dépasse pas 1/10, un poids brut de 15 000 kg, à la vitesse moyenne de 5 km à l'heure, avec un parcours journalier de 70 km. On ne devra pas employer une vitesse supérieure à 8 km à l'heure. Le combustible, l'eau de refroidissement et tous les approvisionnements nécessaires devront être portés uniquement par la machine elle-même.

L'approvisionnement en combustible doit suffire à la consommation d'au moins deux jours de marche à pleine charge ; l'eau de refroidissement peut être renouvelée chaque jour.

3° Le tracteur doit pouvoir gravir des rampes allant jus-

qu'à 1/5 sans rien remorquer; il doit posséder les treuils nécessaires pour tirer à la corde sa charge utile, au cas où il aurait à travailler comme machine fixe. Afin d'obtenir l'adhérence nécessaire pour remplir les conditions 2 et 3, il est permis de prendre comme lest une charge utile, à condition de ne pas dépasser les limites de poids indiquées au § 1.

Si les ponts existants permettent d'employer des charges d'essieu supérieures à celles données au § 1, on aura tout avantage à en profiter pour prendre une charge utile et on utilisera l'augmentation d'adhérence ainsi obtenue en remorquant un poids supérieur à 15 000 kg.

La puissance du moteur et la capacité de transport du tracteur seraient à élever en conséquence.

4° Les tracteurs doivent pouvoir utiliser toute espèce de routes et de chemins praticables aux voitures chargées attelées de chevaux, même si ces chemins sont défoncés et raboteux et présentent des changements de pente fortement accusés. Ils doivent pouvoir quitter les chemins aux endroits appropriés et circuler dans les landes, les prairies et les terrains cultivés, tout au moins sans rien remorquer.

Dans ce but, ils doivent être construits de telle façon qu'aucun organe délicat ne vienne en contact avec le sol en cas d'enfoncement dans les terrains mous. Ils doivent pouvoir traverser les gués à fond solide dont la profondeur ne dépasse pas 40 cm.

5° Le tracteur doit pouvoir marcher en arrière comme en avant, avec sa remorque attelée du côté correspondant. Mais tandis qu'il doit être possible d'obtenir dans le cas de la marche avant la vitesse maximum de 8 km à l'heure (en employant au besoin pour cela toute la puissance de la machine), on n'exige pour la marche arrière que des vitesses maxima de 3 km à l'heure. On doit pouvoir exécuter des mouvements en avant d'aussi petite amplitude que possible, tant pour obtenir un démarrage

moelleux et facile que pour éviter la dislocation des roues motrices.

Le choix des moyens pour réaliser des vitesses différentes est à la disposition du constructeur (trains d'engrenages, transmissions électriques, hydrauliques, à leviers, etc...).

6° Il doit exister deux freins indépendants l'un de l'autre. Pour assurer la sécurité en rampes, on emploiera un système de freinage fonctionnant automatiquement en cas de recul accidentel, mais dont l'action pourra être annulée à volonté quand on voudra utiliser la marche arrière.

7° Les essieux doivent être bien suspendus.

8° Le service doit pouvoir être assuré momentanément par un seul homme ; la machine ne doit pas exiger plus de deux hommes. La voiture comportera toutefois des sièges pour un personnel de réserve. On prendra des dispositions pour protéger tout le personnel transporté contre les intempéries, ou tout au moins ces dispositions devront être faciles à improviser.

9° Le véhicule doit être organisé de telle sorte que les mouvements en avant et en arrière, les changements de vitesse et de direction, le graissage et la manœuvre du frein puissent être effectués sans que personne ait à descendre de voiture.

10° Des dispositions spéciales doivent être prises pour protéger le mécanisme contre la poussière et la saleté ; les *carters* qu'on emploiera devront, tout en restant étanches, être facilement démontables, de façon qu'on puisse visiter aisément les parties protégées et les remettre en état.

Tous les organes doivent être facilement accessibles.

11° Comme câbles pour les treuils, on choisira le meilleur fil d'acier galvanisé (fil d'acier breveté pour charrues à vapeur). La résistance du câble à la rupture doit être calculée avec un excédent suffisant pour qu'on puisse

remorquer une charge de 15 tonnes, sur une rampe de 1/5, malgré les à-coups résultant des variations de résistance de la route. Le câble doit être disposé de telle sorte qu'on puisse l'enrouler et le dérouler sans à-coups et sans saccades. La manœuvre doit pouvoir se faire pendant le mouvement en avant de la machine séparée des autres voitures.

12° Le diamètre des roues motrices doit être compris entre $1^{m},60$ et 2 m ; la largeur du bandage *ne doit pas être inférieure* à 40 cm et se rapprocher autant que possible de 50 cm.

13° On se conformera du reste aux indications numériques suivantes :

Hauteur maximum des parties fixes de la machine au-dessus du sol.	$2^{m},50$
Hauteur maximum des parties mobiles, y compris le toit, s'il y a lieu.	$3^{m},60$
Largeur maximum.	$2^{m},15$
Longueur maximum.	6^{m}
Écartement maximum des essieux.	$3^{m},50$

14° Au point de vue du combustible, la condition imposée en première ligne est que le moteur marche à l'alcool, sans addition d'aucune substance étrangère, régulièrement et économiquement, sans amener de détérioration pour le mécanisme. On exige de plus que la mise en marche du moteur puisse toujours avoir lieu immédiatement ; on autorise, dans ce but, l'emploi d'essence en petite quantité. Il est à désirer que le moteur soit aménagé de façon à permettre l'emploi de tous les genres de combustibles pour moteurs à explosion, en faisant usage au besoin de carburateurs différents à la condition qu'ils puissent s'installer et se changer rapidement. En ce qui concerne l'organisation du moteur, on exige seulement qu'il soit à hauteur des perfectionnements les plus récents de cette branche de la technique, qu'il possède un dispositif d'inflammation électrique et produise lui-même son courant.

15° Les récipients contenant des substances facilement inflammables seront munis de fermetures de sûreté les mettant à l'abri des explosions.

16° Tous les volants employés seront en acier de la meilleure qualité; ils seront disposés de manière à supprimer tout danger pour les mécaniciens.

17° La voiture doit se mettre en marche facilement et sans risques pour le personnel. Au départ, ainsi que lors des changements de vitesse, il ne doit se produire ni à-coup, ni bruit gênant.

18° Dans le cas de cercles avec bandes héliçoïdales en saillie pour augmenter l'adhérence sur le sol, la surface de ces bandes devra être durcie afin d'éviter leur usure prématurée. Leur remplacement en cours de route devra être facile. Ces bandes ne devront pas avoir plus de 15 mm d'épaisseur et elles seront organisées de manière à satisfaire aux prescriptions en vigueur au moment des essais de marche.

19° On devra prendre des dispositions pour permettre le mouvement en avant sur la neige, la glace, les terrains mous ou glissants.

20° Afin de donner à l'effort de traction une direction convenable, les appareils d'attelage pour les voitures remorquées devront être placés à 85 cm au moins au-dessus du sol.

21° Chaque tracteur doit être muni d'une chaîne de 25 m de longueur capable de traîner avec sécurité 6 voitures, pesant ensemble 15 000 kg brut, sur une rampe de 1/5.

22° La machine doit pouvoir marcher pendant 24 heures sans avoir besoin de réparations ni de nettoyage.

Dans les épreuves des tracteurs prenant part au concours, on s'attachera surtout aux points suivants :

a) Rapport du poids mort, en ordre de route, au poids

brut de la charge remorquée, et possibilité d'obtenir, en lestant le tracteur, une augmentation correspondante du poids brut remorqué ;

b) Rapport du prix d'achat au rendement ;

c) Dépense de combustible par tonne-km ;

d) Temps mis à accomplir les tâches quotidiennes imposées plus haut, en restant dans les limites de vitesse fixées par le § 2 ;

e) Solidité ;

f) Facilité de maniement et de direction ;

g) Accessibilité des diverses parties ;

h) Simplicité de l'organisation générale ;

i) Absence de bruit, d'odeur, de fumée, etc.

B. — *Dispositions relatives aux épreuves.*

1° Les essais des machines présentées au concours seront effectués par les soins de la section d'expériences des troupes de communications, à laquelle sera adjoint un représentant du Ministre de l'agriculture, des domaines et des forêts ; ils dureront environ trois semaines. Un programme détaillé de la marche adoptée pour les épreuves sera établi et adressé à tous les concurrents qui se seront fait inscrire avant le 15 janvier 1903. Les demandes d'inscription devront être établies conformément à des modèles qui sont mis à la disposition des intéressés au siège de la section d'expériences des troupes de communications, Berlin S. W., Wilhelmstrasse 101. Le délai extrême auquel devront être prêtes les machines à présenter est fixé provisoirement au 1er février 1903. Il pourra être fixé une autre limite dans le programme qui sera établi pour les expériences.

Les ministères se réservent en outre le droit d'ajouter au programme les épreuves complémentaires qui pourraient être reconnues nécessaires. La section d'expériences est autorisée à exclure complètement des essais les machines qui ne répondraient pas aux conditions impo-

sées et à exclure de même, au cours des épreuves, celles qui ne se comporteraient pas d'une manière satisfaisante.

2° Le Ministre de la guerre statuera, sur la proposition de l'Inspecteur des troupes de communications, sur toutes les questions relatives au concours. Sa décision est sans appel.

3° Ne seront admises au concours que les machines pour lesquelles on aura déposé à la section d'expériences, avant le commencement des épreuves, des dessins établis à l'échelle avec la description de tous les détails ainsi qu'un devis explicite des prix. Les droits de brevet doivent être formellement spécifiés, s'il y a lieu.

4° Avis sera donné au plus tard le 1er janvier 1903 du jour et du lieu où commenceront des expériences.

5° La section d'expériences fournira les voitures à remorquer ainsi que le chargement ; elle fournira de même, contre remboursement, le combustible nécessaire.

6° Le Ministère de la guerre se réserve le droit d'acquérir l'une ou l'autre des voitures présentées au concours, au prix indiqué au § 3 des « Dispositions relatives aux épreuves » ; sans considérer si elles ont ou non mérité un prix.

(D'après le *Deutscher Reichs-Anzeiger*, du 26 mars 1902.)

N. B. — Le programme qui précède donne lieu aux observations suivantes :

Le travail maximum que puisse avoir à fournir le tracteur correspond à l'ascension d'une rampe de 1/10 avec la remorque de 15 tonnes (§ 2).

L'effort à produire en pareil cas est de 2 700 kg environ. En supposant que le tracteur gravisse la rampe à la vitesse de 2 km à l'heure (55 cm par seconde), vitesse au-dessous de laquelle il paraît difficile de descendre, il

lui faudrait un moteur d'une force de 40 chevaux au minimum (1).

Ce dernier chiffre nous paraît admissible, mais il n'en est pas tout à fait de même de l'effort de traction (2700 kg) qui semble bien élevé pour un poids adhérent de 5 tonnes.

D'autre part, le tracteur doit avoir des roues motrices de $1^m,60$ à 2 m de diamètre avec jantes de 40 à 50 cm de largeur (§ 12), dimensions peu usitées jusqu'ici en dehors des rouleaux compresseurs (2); il faudra à ces roues une très grande solidité pour pouvoir résister à la marche sur le pavé ou sur un terrain dur un peu inégal.

On voit que le programme du concours soulève des questions fort intéressantes et que les épreuves elles-mêmes ne peuvent manquer d'être des plus intéressantes.

---

(1) C'est la force nominale des locomotives routières n° 2, système Cail, en usage en France depuis fort longtemps. Ces locomotives, qui pèsent 15 tonnes en ordre de marche, ne dépassent pas la vitesse de 7 km à l'heure en palier avec une charge *utile* de 10 tonnes.

(2) On ne trouve guère de pareilles dimensions pour les roues motrices que dans la locomotive routière militaire n° 4 de la maison Fowler. Cette locomotive, d'une force de 45 chevaux, pèse 17,5 tonnes en ordre de marche et possède des roues motrices de $2^m,134$ de diamètre avec jantes de $0^m,457$. Elle pourrait remorquer 24 tonnes.

NÉCROLOGIE

M. LE GÉNÉRAL DE DIVISION CANU

L'artillerie vient de perdre le doyen de ses généraux de division et l'un des hommes auxquels elle doit le plus de reconnaissance : le général de division en retraite Canu est décédé le 18 octobre dernier dans son pays natal à Manneville-ès-Plains (Seine-Inférieure).

Né le 5 mai 1814, Canu (Gustave) entre à l'École polytechnique en 1832 ; il sert comme lieutenant au 7e régiment d'artillerie dont il est détaché en 1839 pour suivre les cours de l'école de Saumur. Élégant cavalier, connaissant à fond le cheval, il est promu capitaine en 1842 et maintenu au même régiment comme instructeur d'équitation.

En 1849 le capitaine Canu fait partie de l'armée des Alpes et assiste au siège de Rome. Devant cette place il est si grièvement blessé par un boulet qu'il doit subir le même jour l'amputation du bras gauche, opération cruelle, qui ne réussit cependant à lui rien faire perdre de sa vigueur et de son activité.

Il est récompensé de sa bravoure et de son énergie par le grade de chef d'escadron. Lieutenant-colonel en 1853, il est affecté à la direction de Constantine et prend une part active à l'expédition de Kabylie à la suite de laquelle il est promu colonel en 1854. Après avoir passé un an à la direction de Toulon, il prend en 1855, à Grenoble, le commandement du 5e régiment d'artillerie à pied, corps de formation récente, dont il complète rapidement l'organisation.

Le colonel Canu est promu général en 1860 et commande successivement l'artillerie de la 8e division militaire, celle de la 5e division et enfin l'artillerie de la Garde Impériale. En 1869 il est nommé divisionnaire et membre du Comité de l'artillerie.

Pendant la guerre de 1870, le général Canu assiste, avec la réserve d'artillerie de l'armée du Rhin, aux batailles de Borny, de Gravelotte et de Saint-Privat, ainsi qu'à la capitulation de Metz. A son retour en France, il reprend sa place au Comité technique de l'artillerie dont il est nommé président en 1874.

C'est dans ces hautes fonctions que le général Canu rendit à son pays les plus précieux services. Au lendemain de nos revers, il avait fallu songer à reconstituer sur de nouvelles bases l'armement de notre artillerie ; le général Canu, appelé à la présidence du Comité au moment où les recherches et les essais commençaient à porter leurs fruits, donna la plus vive impulsion à ces travaux et fut pour beaucoup dans l'adoption, en 1877, du matériel de Bange qui devait se maintenir pendant vingt ans à la tête des matériels européens. Entouré d'une pléïade d'illustres collaborateurs, parmi lesquels le regretté général Gras, il présida également à la création de notre matériel de siège et au changement d'armement de notre infanterie : aussi peut-on dire que, lorsqu'il quitta, en 1879, ses fonctions pour passer au cadre de réserve, la tâche qu'il avait entreprise de donner à notre armée un armement moderne et perfectionné était entièrement accomplie.

Le général Canu se retira alors dans son pays natal où il vécut dans la retraite et où il s'est éteint dans sa 89e année, en possession de toutes ses merveilleuses facultés. Il était depuis 1879 grand-croix de la Légion d'honneur.

Tous ceux qui ont approché le général Canu ont gardé de lui le souvenir d'un beau caractère servi par une belle

intelligence ; c'était un chef modèle, dont l'honnêteté et la droiture sont restées proverbiales. D'un esprit essentiellement militaire, dédaigneux de toute flagornerie, il ne connaissait que le bien du service et restait étranger à toute autre considération. Travailleur incomparable, il exigeait de tous ceux qui l'entouraient le même labeur, mais il le leur rendait facile par son affabilité et une bienveillance toujours en éveil. Il savait aussi apprécier à leur juste valeur les efforts de ses subordonnés et, tout en repoussant les avancements prématurés, il s'attachait à récompenser les services rendus avec la plus sévère justice et la plus haute impartialité.

Peu de carrières ont été aussi remplies et aussi fécondes que la sienne. Non content de verser son sang sur les champs de batailles, il a dépensé sans compter au service de son pays les ressources de son intelligence et de sa prodigieuse activité. Aussi le nom du général Canu restera-t-il pour jamais attaché à l'œuvre du relèvement de notre armée et de notre pays, œuvre à laquelle ses efforts de tous les instants ont si puissamment contribué.

M. LE GÉNÉRAL DE BRIGADE ABRAHAM

Le général de brigade en retraite Abraham est décédé à Paris le 27 septembre dernier.

Né à Nancy, le 12 janvier 1824, Abraham (Bernard) entre à l'École polytechnique en 1843 et débute comme lieutenant à la 12e compagnie d'ouvriers.

Capitaine en 1854, il est, l'année suivante, adjoint au général commandant l'artillerie de la 2e division de l'armée d'Orient et assiste au siège de Sébastopol : il déploie dans les opérations autour de cette place un dévouement et une activité qui ne tardent pas à altérer sa santé.

Rentré en France avec la croix de chevalier de la Légion d'honneur, le capitaine Abraham est d'abord détaché à la fonderie de Strasbourg, puis commande une batterie au 3e régiment à pied.

En 1865 il est adjoint au Dépôt central de l'artillerie. Chef d'escadron en 1868, il fait la campagne de 1870 à l'État-major général de l'artillerie de l'armée du Rhin.

Après la guerre, le commandant Abraham est de nouveau affecté au Dépôt central de l'artillerie où il est maintenu comme lieutenant-colonel, puis comme colonel. Il y remplit successivement les fonctions de secrétaire de la Commission de défense des côtes, et celles de chef du service de l'armement des places et côtes.

En 1879 le colonel Abraham prend le commandement du 17e régiment et ne tarde pas à montrer que son long séjour dans les établissements de l'arme ne lui a rien enlevé de ses qualités militaires. Général de brigade en 1883, il commande l'artillerie du 12e corps d'armée jusqu'à son passage au cadre de réserve en 1886.

Le général Abraham laisse le souvenir d'un officier consciencieux et dévoué, dont la vie tout entière fut consacrée au travail, et qui sut s'acquitter avec distinction de toutes les tâches qui lui furent confiées pendant la durée de sa carrière.

BUREAU OF ORDNANCE
RECEIVED
JAN 2 2 1903
NAVY DEPARTMENT

REVUE D'ARTILLERIE

Paraissant le 15 de chaque mois

TRENTE ET UNIÈME ANNÉE

TOME 61. — 3e LIVRAISON

Décembre 1902

BERGER-LEVRAULT & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS (6e) — RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY — RUE DES GLACIS, 18

1902

SOMMAIRE DE LA LIVRAISON DE DÉCEMBRE 1902.

Pages.

I. — **Canons de bataillon. — Mitrailleuses. — Canons automatiques**, par le chef d'escadron d'artillerie J. Warin . . 153

II. — **Organisation d'un champ de tir pour batteries à tir rapide** (*fin*), par le chef d'escadron d'artillerie G. Aubrat. 171

III. — **Curiosités cyclistes.**

A) **La bicyclette « Rétro-Directe »**, par le capitaine d'artillerie territoriale Perrache 186

B) **Changements de vitesse** (*suite*), par L. F. 226

IV. — **Renseignements divers.** — *Autriche-Hongrie :* Adoption de charges divisées pour les mortiers de 15cm et les canons de 18cm de siège (237). — Passage d'obstacle par l'artillerie (238) 237

V. — **Nécrologie.** — M. le général de brigade De Douvres . 239

BIBLIOGRAPHIE. — I. Bulletin des livres (xlv). — **A) Notices bibliographiques.** — *La cavalerie napoléonienne peut-elle encore servir de modèle?* par le lieutenant-colonel A. Aubier (xlv). — *Campagne de 1809 en Allemagne et en Autriche* (tome III), par le lieutenant-colonel Saski (xlvi). — *De la méthode dans les hautes études militaires en Allemagne et en France,* par le général Bonnal (xlvi). — *La campagne de 1805 en Allemagne* (tome II), par P. C. Alombert et J. Colin (xlvii). — *Guide de l'hygiène du cheval de troupe et du mulet,* par L. Morisot (xlvii). — *Traccia per lo studio della fortificazione permanente,* par le lieutenant-colonel E. Rocchi (xlvii). — *Guerra in montagna,* par le capitaine V. Rossi (xlviii). — *Schiessregeln für die schweren, leichten und reitenden Batterien der russischen Feldartillerie,* par le lieutenant Hofrichter (xlix). — *Die russische Armee in Einzelschriften* (*Felddienst und Gefecht aller Waffen*), par le lieutenant Hofrichter (xlix). — **B) Livres nouveaux** (l) xlv

II. — Bulletin des articles (li). — **B) Revue des revues françaises** (li). — **C) Classement par rubriques des principaux articles de revues et publications** (lvi) li

PARTIE OFFICIELLE. — I. Renseignements extraits du *Bulletin officiel du Ministère de la guerre* 41

§ 1. Sommaire des principaux articles. 41

II. Promotions, mutations et radiations (du 11 novembre au 10 décembre 1902) 43

Légion d'honneur 52

III. Tableaux d'avancement 52

S'adresser, pour tout ce qui concerne la rédaction, au chef d'escadron, chef du service de la Revue d'artillerie, 1, Place St-Thomas-d'Aquin, à Paris (7e).

CANONS DE BATAILLON

MITRAILLEUSES — CANONS AUTOMATIQUES

ÉTUDE

DES DIVERS MATÉRIELS DESTINÉS A ACCOMPAGNER EN PERMANENCE L'INFANTERIE

Lorsque parurent les premiers modèles de canons à tir rapide, le nouvel engin fit naître dans l'esprit de beaucoup d'officiers étrangers à l'artillerie des espérances que sous sa forme définitive il n'a pas encore complètement justifiées. Les premiers types de ces bouches à feu (ceux par exemple qui ont figuré à l'exposition de 1889) étaient naturellement d'un calibre très faible relativement au poids de la pièce en batterie ; mais, si leur rendement était ainsi médiocrement avantageux, en revanche la légèreté du projectile assurait à l'ensemble de la pièce et de l'affût une fixité suffisante pendant le tir. On pouvait par suite donner dans tous les sens une grande amplitude aux déplacements angulaires de la pièce, et employer des organes de pointage (crosse appuyée à l'épaule) qui permettaient d'ouvrir le feu et de changer d'objectif presque instantanément.

Il faut en outre se rappeler que les premières applications pratiques du canon à tir rapide ont été faites à bord des navires, sur des affûts à crinoline réalisant une fixité

absolue dans le tir et permettant, par une simple rotation du canon pointé à l'épaule, de tirer immédiatement dans n'importe quelle direction. On pouvait ainsi cribler de projectiles un torpilleur en marche plus facilement qu'un chasseur au marais n'abat des canards avec une canardière à pivot.

Dans ces conditions, l'apparition de bouches à feu tirant aussi vite sinon plus vite que les meilleurs fusils à répétition, voire même que les pistolets automatiques les plus perfectionnés, et dont le maniement *dans certaines conditions* (à bord par exemple) était des plus aisés, devait donner naissance à bien des conceptions aventureuses. Nombre d'officiers, confondant la rapidité du tir avec la facilité d'emploi en campagne, furent ainsi conduits à imaginer pour le canon à tir rapide un mode d'emploi, une tactique analogue à celle du fusil à tir rapide.

Bien que les perfectionnements de l'artillerie nouvelle, en rapprochant son calibre et le poids de son projectile de ceux des anciennes pièces, ne lui aient pas permis de conserver ces propriétés séduisantes de rapidité d'ouverture de feu et aient réduit à un secteur de faible étendue la zone dans laquelle on peut opérer un changement d'objectif sans toucher aux roues, les fanatiques du tir rapide n'ont pas abandonné leur première conception : ils voudraient voir désormais une partie de l'artillerie, employée par petites fractions auprès d'unités d'infanterie relativement faibles, qu'elle accompagnerait et appuierait dans toutes leurs missions.

Probablement aussi, ils ont été confirmés dans leurs idées par des réminiscences un peu lointaines et mal interprétées d'une organisation ancienne dont le nom a survécu sans que le souvenir de ses conditions réelles d'existence soit resté bien présent aux esprits. Nous voulons parler du *canon de bataillon* des guerres de la Révolution.

Au reste, par une coïncidence singulière, nous voyons apparaître depuis peu à l'étranger cette même idée d'appuyer en permanence l'infanterie au moyen d'un matériel à tir rapide ; elle reçoit il est vrai une solution toute différente par l'adoption ou la mise en essai des *mitrailleuses*.

Enfin le canon à tir rapide primitif, c'est-à-dire le canon à très petit calibre et à déplacements angulaires presque indéfinis reparaît, lui aussi, depuis quelques années sous une forme nouvelle et perfectionnée, c'est-à-dire sous celle du *canon automatique*. Tel est par exemple le canon de 37^{mm} muni d'un mécanisme de mitrailleuse. Ce canon a été employé dans la guerre du Transvaal et il y est devenu populaire dans les deux partis sous le nom familier de *Pom-Pom*. De grandes puissances européennes se disposent à le mettre actuellement en essai (1).

Il y a là un ensemble de faits et de tendances qui mérite qu'on s'y arrête et qu'on étudie de près la question.

Nous allons en conséquence :

1° Examiner le côté historique des choses en recherchant ce qu'était réellement, comme fonctionnement et comme service, le canon de bataillon ;

2° Résumer les essais tentés et les dispositions prises pour l'utilisation des mitrailleuses dans les armées appelées à faire campagne en Europe ;

3° Examiner de même les essais faits pour introduire dans ces armées les canons de très petit calibre, automatiques ou non.

Canons de bataillon.

Cette organisation prévue dans le système d'artillerie de Gribeauval a fonctionné pendant une partie des guer-

(1) On peut citer notamment l'Allemagne qui l'a utilisé dans des manœuvres de débarquement en 1901.

res de la Révolution. L'*Aide-Mémoire* de Gassendi expose la question avec une extrême clarté (Édition de 1809, page 378. Des bouches à feu nécessaires aux armées, aux places et aux côtes). Nous le citons textuellement :

« Dans les Armées il y aura 2 pièces de 4 par bataillon. Les Réserves ou pièces de Parcs seront à peu près en égal nombre dont environ 2/5 de 12, 2/5 de 8 et 1/5 de 4.

... Pour cent pièces de canon on mettra une division de 4 obusiers de 6 pouces (suivent divers renseignements relatifs aux pièces de gros calibres).

... Ces bases arrêtées vers 1764 et en 1774 furent suivies jusques à la Révolution. En 1792 on donna les pièces de bataillon à manœuvrer aux Canonniers volontaires qu'on créa dans les demi-brigades (suivent des renseignements sur la partie de l'artillerie groupée au parc).

... Vers 1794, on sentit les lenteurs qu'occasionna cette réunion en un seul Parc. L'armée, divisée en Corps d'armée, et ces Corps en Divisions, reçurent alors un nombre déterminé de Bouches à feu qui en suivit les mouvements et leur resta attaché en formant des Parcs séparés ; le reste de l'artillerie composa le grand Parc qui approvisionne tous les autres. *On supprima le Canon des Demi-Brigades.* »

Voici comment fonctionnait pendant son existence cette artillerie de bataillon ou de demi-brigade.

Le matériel de Gribeauval, très perfectionné sous certains rapports, ne comportait pas une mise en batterie rapide par séparation des trains. En vue de diminuer le poids et d'augmenter la mobilité pendant les marches, la pièce avait une position de route distincte de celle de tir : le passage de l'une à l'autre nécessitait une manœuvre de force ; de plus l'avant-train était à contre-appui et la séparation des trains obligeait à soulever beaucoup la crosse. Chaque réunion ou séparation des trains compor-

tait ainsi un effort et une perte de temps qu'on évitait le plus possible. Les déplacements sous le feu, déplacements d'ailleurs très peu considérables vu la faible portée des armes de l'époque, se faisaient autant que possible à bras d'hommes, à la *bricole* (la traction des pièces à la bricole est longuement expliquée dans le dit *Aide-Mémoire*). Dans les marches en retraite, on utilisait parfois les chevaux, mais avec la prolonge et sans réunir les trains.

Le canon de 4, *exclusivement employé pour le service de bataillon*, était d'ailleurs d'une légèreté extrême (695 kg pour la pièce en batterie). Des hommes exercés le traînaient facilement pour les déplacements de 100 ou 150 mètres que comportaient les armes d'alors.

Dans la période de repos relatif qui s'écoula entre les guerres de la Révolution et celles de l'Empire, une commission de généraux d'artillerie, dite commission de l'an XI, fut réunie pour reviser le matériel. Elle émit l'avis que le canon de 4, trop peu puissant, était en quelque sorte *tombé en désuétude et devait être abandonné*. Par contre, elle déclarait que le canon de 8 était un peu lourd et qu'il y avait lieu de les remplacer tous deux par un canon de 6 (1). La même commission voulait alléger le canon de 12 et l'obusier.

Le matériel proposé ne fut pas construit, ou du moins ne le fut que dans des proportions très faibles, les guerres ayant recommencé presque immédiatement. Mais cette condamnation du canon de 4 par des hommes ayant l'expérience de la guerre et qui montraient par leurs autres avis tant de souci de la mobilité, cette condamnation,

---

(1) « L'Empereur Napoléon a supprimé les pièces de 4 et de 8; il y a « substitué les pièces de 6..... Il a supprimé l'obusier de 6 pouces, il y a « substitué l'obusier de 5 pouces 6 lignes . . . . . .
« Ses équipages, étaient composés pour douze vingtièmes en pièces de 6, « trois vingtièmes en pièces de 12, cinq vingtièmes en obusiers. »
(*Correspondance de Napoléon*. Imprimerie impériale. 1859, tome XXXI, Notes sur l'art de la guerre, p. 391 et 392.)

disons-nous, est un fait important qu'il faut rapprocher de la suppression de l'artillerie des demi-brigades.

Voici quel lien les deux choses ont entre elles : au cours des guerres de la Révolution, la manière de manœuvrer de l'artillerie s'était peu à peu modifiée. Les batteries à cheval, récemment créées et ne pouvant naturellement traîner leur matériel à bras, avaient perfectionné l'usage de la prolonge et l'employaient même pour les mouvements en avant. L'artillerie à pied tendait à suivre cet exemple. D'autre part, les charretiers de l'artillerie s'étaient transformés en soldats (la création du train d'artillerie [1] n'avait fait que consacrer cette transformation, due aux longues guerres et au nouveau mode de recrutement de l'armée) et on pouvait davantage compter sur eux pour exécuter sous le feu des mouvements de voitures réguliers. Dans ces conditions et grâce à la prolonge, on était arrivé, en évitant le plus souvent la réunion des trains, à utiliser les chevaux pour les petits mouvements du combat, et la manœuvre à la bricole devenait de moins en moins fréquente.

Dès lors la liaison trop immédiate de l'artillerie avec l'infanterie ne paraissait plus qu'une gêne pour les deux armes ; le fractionnement de l'artillerie par bataillon ou demi-brigade paraît ne pas s'être concilié avec l'emploi habituel de la manœuvre au moyen des chevaux. Il est évident en effet que, d'une part, les attelages d'une artillerie suivant pas à pas l'infanterie seraient par trop exposés, et que, d'autre part, l'infanterie se déplaçant droit devant elle, il est utile de pouvoir en séparer l'artillerie pour permettre à celle-ci de tourner les obstacles et d'utiliser son genre spécial de mobilité. Si cela était vrai il y a cent ans, c'est encore plus vrai aujourd'hui, car les armes sont plus redoutables et l'infanterie, prenant ses

(1) Cette création date du 13 nivôse an VIII, 3 janvier 1800. (*Histoire de l'artillerie française*, par le général Susane, p. 224.)

formations de combat de beaucoup plus loin, traversera en manœuvrant des terrains quelconques où l'artillerie ne peut se mouvoir que si elle a une grande latitude pour choisir son chemin.

Il ne s'agit évidemment pas des fractions d'artillerie temporairement attachées à l'infanterie pour une opération quelconque, telle qu'une attaque décisive ; à ce sujet, l'histoire des guerres du commencement du siècle montre que les batteries du premier Empire, si elles n'étaient plus liées en permanence à l'infanterie, savaient, dans ces circonstances, la suivre, l'appuyer et même parfois la précéder (1). La même hardiesse, sous une forme et dans des circonstances différentes, sera encore demandée à l'artillerie pour les mêmes raisons morales que par le passé ; mais, de l'étude des faits historiques, il semble résulter (et ce serait encore bien plus vrai aujourd'hui) qu'un type d'artillerie attaché constamment à l'infanterie ne pourrait comporter qu'une pièce capable d'être déplacée à bras d'hommes, non pas bien entendu pour les étapes, ni même pour le commencement des marches

(1) Dans la suite et probablement pour les raisons que nous venons de dire, on ne voit plus de matériel attaché en permanence à des fractions d'infanterie inférieures à la division. Seule l'Autriche, qui pendant quelque temps ne possédait pas d'intermédiaire entre la brigade et le corps d'armée, a eu une batterie de 8 pièces attachée à chaque brigade, batterie munie du calibre léger, mais identique comme organisation, comme matériel, comme manœuvre, au reste de l'artillerie dont elle constituait à peu près la moitié. Ces batteries n'étaient d'ailleurs pas destinées à suivre de très près l'infanterie ; il leur était recommandé au contraire, dans les instructions sur la campagne de 1866, de rester en dehors des dispositifs de la brigade en se portant sur le flanc. Du reste en 1866, où l'artillerie autrichienne eut un rôle particulièrement brillant, ses batteries de brigade se trouvèrent par la force des choses amenées à se grouper entre elles et avec les réserves de corps d'armée pour constituer ces grandes batteries qui arrêtèrent plusieurs fois les progrès des Prussiens et sauvèrent l'armée des pires désastres. Cependant plusieurs batteries de brigade manœuvrèrent isolément, par exemple en accompagnant leur brigade d'infanterie dans des contre-attaques, et s'y distinguèrent. Mais cette intervention qui leur coûta généralement assez cher en hommes et en chevaux, et même en matériel, se rapproche du rôle des fractions d'artillerie accompagnant l'infanterie à l'attaque, rôle qui a été et sera de tous les temps. Ajoutons que, dès que l'armée autrichienne eut adopté la division, son artillerie devint divisionnaire.

d'approche, mais pour les mouvements à faire au cours du combat.

Comme ces déplacements seraient beaucoup plus considérables qu'autrefois, le poids d'un tel matériel devrait être plus faible et rester bien en dessous, pour la pièce en batterie, des 700 kg des anciennes pièces de 4 de Gribeauval.

Mitrailleuses.

Toute pensée de fractionnement de l'artillerie auprès de l'infanterie semblait ainsi abandonnée lorsque l'idée de doter l'infanterie d'un matériel reparaît sous une forme toute nouvelle : celle des mitrailleuses.

Il ne s'agit pas, bien entendu, des mitrailleuses de 1870. Ces armes, à canons multiples, se présentaient dans des conditions de visibilité, de poids et de service analogues à celles de l'artillerie de campagne ordinaire (1); elles constituaient par suite un but facile et très apparent pour l'artillerie ennemie.

Elles ne pouvaient lui répondre, d'abord faute de portée suffisante, ensuite parce qu'elles tiraient de petits projectiles pleins, ne voyaient pas leurs points de chute et ne réglaient pas leur tir ; elles furent donc facilement mises hors de combat. Ces mitrailleuses, malgré leurs puissants effets sur le personnel, n'ont pas survécu à l'expérience de 1870.

Il s'agit des mitrailleuses plus récentes : Maxim, Hotchkiss, etc..... mitrailleuses à un *seul canon* qui ne sont en somme qu'un fusil d'infanterie muni d'un appareil automatique, appareil dans lequel la force même des gaz de la poudre est utilisée pour recharger le coup suivant (2). Ce sont des fusils d'un type particulier montés

(1) Elles portaient du reste le nom de *canons à balles*.

(2) Une des choses qui caractérisent le mécanisme et le mode d'action de la mitrailleuse c'est qu'une des principales difficultés est d'empêcher l'échauffement du canon. On y arrive dans les Maxim avec un réservoir d'eau, dans les Hotchkiss en augmentant la surface exposée à l'air.

soit sur une sorte de chevalet, soit sur n'importe quel affût léger. Ces mitrailleuses sont naturellement d'un poids extrêmement faible, faciles à traîner à bras ou avec un ou deux chevaux, à porter à dos de mulet et à démonter enfractions transportables à dos d'hommes(1). Après une période d'hésitation de plusieurs années, nous voyons ces engins adoptés par plusieurs nations et dans des conditions qui diffèrent surtout entre elles par le type d'affût et le mode de transport. En Allemagne, où des groupes de 4 mitrailleuses ont été mis à la disposition de plusieurs bataillons de chasseurs à pied et même de certains régiments d'infanterie, ces mitrailleuses servies par des fantassins sont transportées habituellement par des voitures (2), manœuvrées à bras d'homme et portées de même pour les déplacements à faire sous le feu (3).

La Russie, après plusieurs essais, vient de créer 5 compagnies de 8 mitrailleuses (4). Chacune de ces mitrailleuses, portée par un affût sur roues et munie d'un avant-train dit de montagne, constitue pour les transports ordinaires une voiture légère; sur le terrain, elle peut être traînée à bras ou continuer à manœuvrer attelée. La compagnie russe de 8 pièces comprend : 8 mitrailleuses, 8 avant-trains de montagne, 8 voitures de munitions, 6 voitures du train, 87 hommes et 36 chevaux. Les cadres ne paraissent pas être montés. Les servants ne peuvent être transportés et l'allure unique est le pas.

En Angleterre, des mitrailleuses destinées à accompagner la cavalerie à raison de 2 mitrailleuses par régiment sont également montées sur voitures légères; on

---

(1) Comme type de poids du matériel, on peut citer la mitrailleuse suisse: pièce, 31 kg; affût, 24 kg; réserve d'eau du refroidisseur, 7 kg.

(2) Ces voitures, à deux trains, permettent de faire monter les servants et d'exécuter au trot les déplacements de quelque étendue.

(3) Il existe actuellement en Allemagne treize groupes de mitrailleuses.

(4) Les Russes ont créé antérieurement pour la campagne de Chine des *batteries* de 4 mitrailleuses. (Voir *Revue d'artillerie*, t. **56**, p. 527, t. **57**, p. 492, et t. **58**, p. 519.)

admet qu'elles peuvent, dans les cas pressés, tirer sans séparer les trains.

En Suisse où il n'y a pas de batteries à cheval proprement dites, où il y a peu de cavalerie, mais où il existe des défilés qu'il serait utile d'occuper rapidement avec une force capable de les défendre, on a créé des compagnies à cheval de *mitrailleurs* (1). Les servants sont montés, le matériel est transporté sur des chevaux de bât. La batterie suisse comprend 4 officiers, 60 gradés ou cavaliers, 67 chevaux de selle, 16 chevaux de bât et un petit détachement de 8 hommes et 14 chevaux du train conduisant un échelon de munitions sur voitures. La mitrailleuse complète (31 kg pour la pièce, 24 pour l'affût, 7 pour la réserve d'eau) est portée par un cheval, un autre cheval par pièce porte les munitions.

On voit en dernier lieu le Japon, toujours prompt à imiter ce qui se passe en Europe, se constituer des batteries de mitrailleuses. Ces batteries sont à 6 pièces qui peuvent être fractionnées par sections de 2 pièces auprès de l'infanterie.

Canons automatiques de très petit calibre.

En même temps que la mitrailleuse, on voit apparaître les canons de très petit calibre, dont nous avons parlé plus haut. Ces canons se présentent sous deux formes différentes : canons ordinaires à tir rapide, canons automatiques.

Le canon ordinaire à tir rapide, de très petit calibre a été construit d'abord en vue des expéditions coloniales. On a voulu pouvoir donner du canon aux détachements les plus faibles, aux missions les plus aventureuses, et à cet effet on a cherché à les doter d'un instrument pouvant être transporté non seulement à dos d'animaux, mais encore à dos d'homme.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. 57, p. 262.

Le calibre qui paraît avoir le plus séduit les constructeurs est celui de 37^{mm}. Ce calibre est un minimum, il correspond à un projectile d'environ 500 grammes, chiffre au-dessous duquel l'obus explosif cesse d'être susceptible d'atteindre par ses éclats plusieurs individus (1), et n'est plus qu'une balle de gros calibre à effets meurtriers.

C'est dire que cet obus de 37^{mm}, évidemment insignifiant contre les obstacles, n'a en outre contre les individus que des effets très restreints. Même aux colonies son rôle est discutable, et on ne voit certainement pas de quelle utilité il pourrait être dans une guerre européenne, à moins que l'infanterie ne veuille profiter de l'observation des points de chute de ces petits projectiles pour apprécier les distances et posséder ainsi une sorte de canon-télémètre (2).

Des calibres un peu supérieurs donneraient évidemment des effets plus appréciables, mais en même temps que ces effets deviendraient plus considérables, le poids de la pièce augmenterait, la vulnérabilité reparaîtrait et on aurait une sorte d'artillerie de campagne *inférieure, destinée à un échec certain.*

Du reste, dans les divers types adoptés par les différentes puissances et dans les innombrables propositions faites par les industriels, on constate que l'on passe généralement sans interruption de l'instrument très portatif de 37^{mm} à des bouches à feu de campagne ou de montagne d'un calibre voisin du calibre du 75.

Le canon de très petit calibre se présente actuellement sous une forme bien plus intéressante, celle du *canon automatique.* La maison Maxim et peu après la maison

(1) Le chiffre de 400 gr est même celui que la Conférence internationale de Saint-Pétersbourg, interdisant l'emploi des balles explosives, a indiqué comme minimum pour les projectiles creux à employer entre nations civilisées.

(2) Un projet de ce genre a été fait en 1896 par M. le commandant Deslaurens. Il a été reproduit plus récemment par le *Militär-Wochenblatt.*

Hotchkiss (1) ont construit des affûts de débarquement et de campagne pour leurs canons automatiques de 37mm, créés à l'origine pour le service à bord des vaisseaux, canons qui ne sont autres que des canons à cartouche métallique, munis d'un mécanisme de mitrailleuse.

Ces canons ont l'extrême rapidité de tir, les facilités de pointage, de changement d'objectif et d'ouverture immédiate de feu qui distinguent les mitrailleuses. Ils sont évidemment moins portatifs que celles-ci et que les canons ordinaires de très petit calibre, mais ils sont relativement légers et peuvent être déplacés à bras d'hommes pour de petits parcours. Ils possèdent une aptitude à l'action immédiate qu'on demanderait vainement à des canons ordinaires à tir rapide. (Comme exemple de poids, on peut citer le canon automatique de la maison Hotchkiss où la pièce en batterie pèse 435 kg.) Ils ne tirent évidemment que ces très petits projectiles que nous avons condamnés plus haut, mais ils les tirent avec une vitesse de mitrailleuse (c'est-à-dire à raison de 200 à 300 coups par minute). On conçoit donc que la succession d'un si grand nombre d'obus, même petits, puisse compenser la faiblesse d'effet de chacun d'eux, et qu'un pareil tir puisse produire sur les troupes un effet moral et matériel considérable, surtout si on ajoute à cela la surprise résultant de l'ouverture instantanée du feu, du peu de visibilité de la pièce, de la commodité de son pointage, de la faiblesse des lueurs de son tir, et si l'ennemi reste, comme le prétend un officier anglais que nous citons plus loin, dans l'incertitude des points d'où proviennent les coups.

Le canon automatique Maxim a été employé par les deux partis dans la guerre des Boers et a reçu le sobriquet de Pom-Pom. Le capitaine Wilson, de l'artillerie anglaise, écrit à son sujet ce qui suit :

« Le Pom-Pom n'avait jamais été regardé comme

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. 57, p. 373, et t. 59, p. 64.

redoutable, et pourtant il a fait ses preuves comme canon de campagne. C'est une arme remarquable. Nous n'avons *jamais pu l'apercevoir*..... Il trouble nos hommes plus que n'importe quelle pièce de campagne et possède les qualités d'un canon à tir rapide sans en avoir les inconvénients. Le fait de savoir qu'on l'a devant soi est démoralisant, *car notre artillerie n'a jamais réussi à démonter une de ses pièces,* tandis que la rapidité de son feu nous a souvent causé de grandes pertes (1). »

Dans cette appréciation de l'officier anglais, il y a surtout une remarque intéressante et qu'on pouvait prévoir jusqu'à un certain point, étant données les propriétés de la poudre sans fumée : *c'est que le Pom-Pom est invisible.*

Évidemment incapable de lutter contre l'artillerie régulière, ce canon lui échapperait cependant complètement pour cette raison. Il est naturel d'ailleurs qu'une bouche à feu de très petit calibre produisant une flamme très faible, pouvant être traînée à bras pendant quelques centaines de mètres et amenée ainsi en batterie dans n'importe quel terrain sans montrer de chevaux, échappe facilement aux vues de l'artillerie. D'ailleurs sa capacité de mise en œuvre instantanée, son aptitude à faire en quelques secondes un réglage grossier mais suffisant à la rigueur, lui permettrait d'agir, de se taire et de disparaître en un temps très court avant que l'artillerie ne puisse rien faire contre elle. La nécessité d'épargner les munitions lui imposerait même ce rôle intermittent. Si cette propriété d'être invisible est aussi absolue que le capitaine Wilson le dit, elle est du plus haut intérêt, elle peut même devenir décisive pour l'adoption de l'arme.

Quoi qu'il en soit, nous voyons les Allemands mettre en essai, outre des mitrailleuses, des batteries de canons Maxim automatiques de 37^{mm}. Ces canons seraient placés

(1) *Army and Navy Gazette,* 7 avril 1900.

sur un affût léger avec avant-train ; ils peuvent être exceptionnellement chargés à dos de cheval (1). La maison Hotchkiss a, comme nous venons de le dire, également monté un canon automatique sur un affût de campagne. C'est un affût léger avec avant-train, habituellement traîné par des chevaux et susceptible d'être, pour un plus faible parcours, traîné à bras. Les principales données, analogues à celles du canon Maxim correspondant, sont les suivantes : canon, 170 kg ; pièce en batterie, 435 kg ; pièce attelée, 1 073 kg ; voie de la voiture, $1^{m}20$ (2). On reviendrait ainsi après un long détour, dans des conditions différentes et avec des poids moindres, au canon de bataillon d'autrefois.

Conclusion.

L'énumération des types de matériel mis en service ou en essai présente par elle-même un certain intérêt ; il semble toutefois qu'on doive la compléter par un commencement de discussion de la question.

Certainement on verra toujours avec inquiétude augmenter le nombre de machines traînées à la suite des armées et cette inquiétude est d'autant plus légitime que le perfectionnement de ces appareils amène une grande rapidité de tir et un grand besoin de munitions. Si on veut citer encore l'*Aide-Mémoire* de Gassendi, on y remarque que l'un des premiers actes de Napoléon, pourtant artilleur lui-même, fut de diminuer la quantité d'artillerie attachée aux armées, en même temps qu'il la groupait davantage. « Le grand homme..... débarrassa ses armées de cette nombreuse artillerie (artillerie des guerres de la Révolution) qui eût pu les appesantir..... il ne voulut plus que de fortes batteries qui produisent les grands effets (3). »

(1) *Armée et Marine,* 10 janvier 1902.
(2) Voir *Revue d'artillerie,* t. **59**, p. 67.
(3) *Aide-Mémoire de Gassendi,* t. I, p. 379. Il est juste de dire que, en

Cependant, si plusieurs puissances en arrivent à doter l'infanterie d'un matériel l'accompagnant partout, capable de rehausser son moral et de suppléer à un moment donné par la régularité de son tir au trouble passager qui peut se présenter dans des troupes très éprouvées, il est à craindre qu'on ne soit amené à en faire autant pour des raisons morales, quelque opinion qu'on ait d'ailleurs sur le côté technique de la question ; et il vaut mieux, si l'on est entraîné dans cette voie, l'avoir étudiée d'avance, ne fût-ce que pour y marcher avec modération et pour résister en connaissance de cause aux divers entraînements.

Il n'y a pas à songer à donner ce rôle d'accompagnateur permanent de l'infanterie à une partie de l'artillerie ordinaire actuelle. Celle-ci doit être prête à appuyer l'infanterie dans tous les assauts, elle l'a toujours fait et il faut espérer qu'elle saura le faire toujours ; mais dans la pratique habituelle des choses, elle a une manière d'agir et de se mouvoir toute différente de celle de l'infanterie. Elle perd toute sa valeur, soit comme effet, soit comme mobilité, si on ne lui laisse pas une grande latitude pour choisir sa place et son chemin.

C'est d'un matériel plus léger qu'il s'agirait. Il suffit d'avoir jeté un coup d'œil sur l'artillerie à l'Exposition de 1900 pour voir qu'en fait de matériel on n'aurait que l'embarras du choix, que les types les plus variés ont été

1809, lorsque la proportion des recrues, devenue très forte dans l'infanterie, rendit moins inébranlable la solidité des vieux régiments français, l'Empereur eut des velléités de revenir à l'artillerie régimentaire, et donna même à cette idée un commencement d'exécution : mais le choix du calibre qu'il indiqua pour ces formations, calibre de 3, correspondant à une bouche à feu beaucoup plus légère encore que le 4, montre qu'il comprenait toujours de la même manière que par le passé le rôle du canon d'infanterie, c'est-à-dire qu'il voulait le voir manœuvrer à bras, alors même que le reste de l'artillerie avait pris des habitudes toutes différentes. « Tous les jours je me convaincs du grand mal qu'on a fait en ôtant les pièces de régiment. Je désire « donc que chaque régiment aît deux pièces de 3..... »

(*Correspondance de Napoléon*, 29 mai 1809.)

créés, et cela dans des conditions qui paraissent satisfaisantes.

Après avoir éliminé les canons de campagne ordinaires, trop encombrants, trop vulnérables, ne pouvant exécuter aucun déplacement sans leurs attelages et ne présentant pas des conditions d'action assez immédiate, doit-on frapper de la même exclusion les pièces plus légères mais d'un calibre assez voisin, telles que le 65 (calibre adopté comme matériel de débarquement) et les canons du calibre habituel, mais de moindre puissance, qui figurent dans les armées comme canons de montagne. Il semble que oui, ces canons ne pouvant acquérir la mobilité spéciale que nous désirons qu'à la condition d'avoir soit comme calibre, soit comme tir, une infériorité bien nette par rapport aux canons de campagne ordinaires. Dès lors, leur étant semblables comme vitesse de tir, comme pointage, agissant comme l'artillerie normale sans en avoir la valeur, ils seraient, cela est à craindre, rapidement détruits par elle. On peut remarquer au reste que, depuis l'abandon du canon de bataillon, aucun canon de ce genre n'a paru dans les armées et qu'il n'a été fait aucun essai dans cette voie (1).

L'adoption de la poudre sans fumée en rendant peu visible le feu des petites pièces changerait-elle la question? Pour le savoir il faudrait rechercher à partir de quel calibre la flamme d'un coup de canon cesse d'être visible à distance de combat dans les conditions ordinaires. Il semble, d'après ce qu'on voit habituellement, qu'on doive être ramené par cette expérience à un calibre très faible, et par conséquent aux types d'artillerie auto-

(1) A l'heure actuelle, le général Reichenau propose pour combattre efficacement l'artillerie à boucliers un canon de 5cm tirant exclusivement des projectiles explosifs. Voir *Einfluss der Schilde auf die Entwickelung des Feldartilleriematerials und der Taktik,* par V. Reichenau, General leutnant Z. D. Berlin, Voss, 1902. Une bouche à feu de ce genre, établie par la maison Ehrhardt, a figuré à l'exposition de Düsseldorf en 1902.

matique auxquels nous avons fait allusion plus haut et que nous allons examiner.

La question serait ainsi circonscrite entre les mitrailleuses et les canons automatiques de très petit calibre. La mitrailleuse a un double avantage : elle est absolument portative, et elle tire la cartouche d'infanterie, ce qui simplifie la question des munitions ; elle a parcontre l'inconvénient de lancer un petit projectile n'éclatant pas, de produire par conséquent un effet moral bien moindre que celui de l'artillerie et de ne pas comporter de réglage de tir (on prétend cependant que, dans des circonstances favorables, l'arrivée précipitée d'un grand nombre de balles sur un même point produit un nuage de poussière et de terre qu'on peut observer).

Il est à peine besoin de dire que le canon automatique a les qualités et les défauts opposés. Il nécessite des munitions spéciales, est beaucoup plus lourd que la mitrailleuse, sans toutefois dépasser les poids que l'on peut traîner à bras pour de petits parcours ; mais il permet un réglage que l'extrême rapidité de tir et les facilités de pointage rendent pour ainsi dire instantané.

Au point où en est la question, il semble que les essais comparatifs de ces deux matériels s'imposeraient. Comment, dira-t-on, des essais faits en temps de paix peuvent-ils être concluants ? Le programme est cependant assez facile à définir :

Il s'agit de voir si on peut réellement observer le tir de la mitrailleuse, de voir dans quelles conditions, avec quel type d'affût elle est le plus commode à manœuvrer. Il faut voir d'autre part de quelle mobilité le canon automatique de très petit calibre est capable, s'il peut, étant attelé, suivre l'infanterie dans ses déplacements à travers n'importe quel terrain, s'il peut, étant mené à bras d'homme, arriver à sa position de batterie en laissant à quelque distance les attelages trop vulnérables, trop encombrants et trop visibles.

Il faudrait enfin vérifier si une fois en batterie il est réellement aussi facile à cacher à l'artillerie, aux distances ordinaires de combat, que le prétend le capitaine anglais cité plus haut.

De telles expériences ne seraient que l'équivalent de ce qui se passe un peu partout en Europe.

Dans ce travail, nous avons dit incidemment que des essais avaient été faits, surtout en Angleterre, pour doter la cavalerie de mitrailleuses attelées, dans des conditions d'extrême légèreté. Dans les actions de cavalerie, le canon ordinaire a toujours paru, à moins de supprimer tout pointage régulier, lent à ouvrir le feu et peu capable de profiter des instants si fugitifs d'efficacité que comportent les manœuvres rapides de la cavalerie. Peut-être même est-ce pour cette arme qu'il y aurait le plus d'intérêt à poser la question d'une artillerie spéciale en mettant en parallèle la mitrailleuse et le canon automatique. Les petits obus de celui-ci arrivant coup sur coup au milieu des chevaux pourraient produire un grand effet. Il y aurait lieu de voir en outre si le tir d'un de ces engins ou de tous deux est réellement possible sans séparer les trains.

Si la réponse était affirmative pour le canon automatique, on retrouverait, augmentée encore, la rapidité d'ouverture du feu de notre vieille artillerie à cheval du premier Empire.

Évidemment, une modification aussi radicale de l'organisation des armées, une augmentation aussi considérable de la machinerie militaire inspire une certaine répugnance et l'étude de l'histoire ne l'encourage guère, mais nous ne pouvons nous empêcher de constater les nouvelles tendances et d'observer les résultats obtenus dans les essais faits par les diverses puissances.

J. Warin,

Chef d'escadron d'artillerie.

ORGANISATION

D'UN

CHAMP DE TIR

POUR

BATTERIES A TIR RAPIDE

(*Fin* [1].)

III.

JUSTIFICATION DES AMÉLIORATIONS PROPOSÉES

La possibilité d'utiliser un champ de tir complètement organisé présente, au point de vue de l'instruction des batteries, des avantages qu'il est aisé de mettre en lumière.

Supposons en effet qu'un Directeur d'exercice dispose pour ses écoles à feu d'un semblable champ de tir, nous allons montrer comment il peut en tirer parti.

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. **61**, novembre 1902, p. 103.

Il reconnaît d'abord toute l'étendue de terrain qu'il peut utiliser, puis, se reportant à la série d'instructions qu'il veut faire à ses batteries, il arrête le programme de chacune des séances.

Envisageons en particulier une séance consacrée à un tir de groupe, et essayons d'en faire le compte rendu.

Ce compte rendu se divisera en deux parties, l'une relative à la préparation de la séance, l'autre à son exécution.

La première partie (*Préparation*) comprend : *la description du terrain, le but de la séance, le thème, les conventions et les instructions données au directeur du parc.*

La deuxième partie (*Exécution*) comporte une succession de situations.

Pour chacune d'elles le compte rendu donne :

Les ordres du *commandant de l'artillerie* (qui est en même temps *Directeur de l'exercice*) au *commandant du groupe,* puis au *directeur du parc,*

l'ordre du *commandant de groupe* aux *commandants de batteries,*

les *dispositions prises par les batteries,*

enfin des *observations* faisant ressortir les avantages que présente, pour l'instruction du personnel, un champ de tir possédant une organisation perfectionnée.

Ire partie. Préparation de la séance.

Description du terrain (fig. ρ). — Les lignes LL marquent les limites du champ de tir et la flèche EO (est-ouest) indique la direction de la ligne de tir.

Réduit à ses points essentiels, le terrain choisi par le Directeur comprend un ravin R formé de la réunion de

deux autres plus petits r et r'. La dépression jalonnée par les ravins R et r dessine une ligne très nette que le

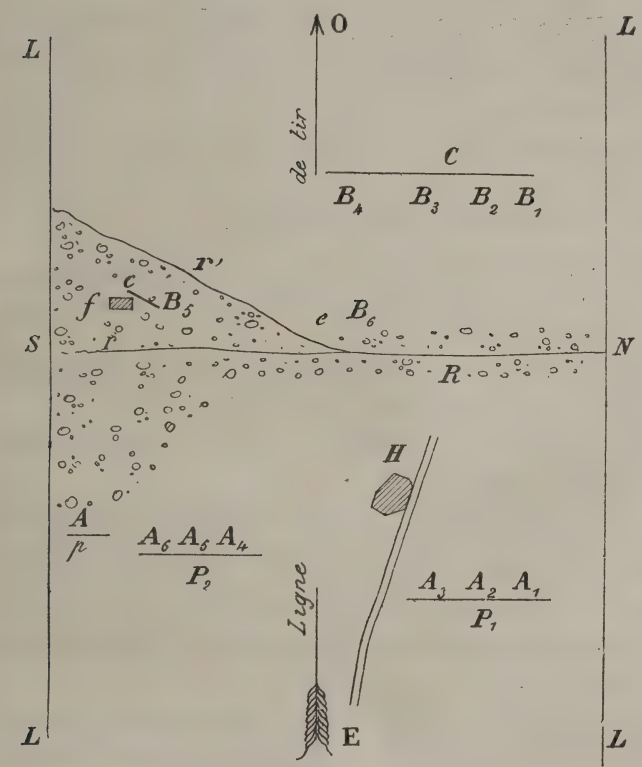


Fig. 9.

Échelle approximative : 1/50 000.

Directeur choisit comme ligne de séparation entre les deux partis opposés. D'un côté de cette ligne (à l'est) doivent manœuvrer les batteries et de l'autre (à l'ouest) doivent être placés les objectifs.

Sur le terrain réservé au groupe se trouvent les restes d'un hameau H, presque entièrement tombé en ruines, que traverse une route orientée est-ouest. Le service du

parc s'efforcera de rendre au hameau H son ancienne apparence. La route sera considérée comme la ligne de marche d'une division.

D'une façon générale le terrain dans le voisinage de la limite sud du champ de tir est couvert de bouquets de bois, de haies et de fossés avec talus qui bornent la vue, tandis que, dans le voisinage de la limite nord, il ne se trouve aucun couvert en dehors des fonds boisés du ravin R ; les arbres de ce ravin ne gênent d'ailleurs nullement les vues sur le terrain au delà.

Un peu à l'est du hameau H se trouvent des positions en arrière desquelles des batteries peuvent s'installer à l'abri des vues de l'ennemi.

La position P_1 est immédiatement à droite du hameau.

La position P_2 est à 500 ou 600 m à gauche.

De ces positions l'artillerie peut facilement battre toutes les crêtes en face.

Plus à gauche encore, en se rapprochant par conséquent de la limite sud du champ de tir, on rencontre d'autres emplacements de batterie *p* qu'il est facile d'occuper en restant masqué par des haies. De ces emplacements on a des vues sur le terrain situé entre les deux ravins *r* et *r'*.

Sur ce terrain le service du parc disposera, dans les ruines d'anciennes constructions, des panneaux figurant une ferme avec bâtiments et murs de clôture.

Enfin de l'autre côté de la ligne *r* R séparant les deux partis se trouvent :

1° Une longue crête C, située à 2 500 m environ des positions P_1 et P_2, et en arrière de laquelle il y a place pour quatre ou cinq batteries objectifs ;

2° La crête *c*, entre les deux ravins *r* et *r'*, utilisable pour une batterie d'accompagnement ;

3° Au bord du ravin, l'emplacement *e* où des batteries

peuvent être envoyées pour opérer comme batteries basses.

But de la séance. — Étude de l'entrée en action du 2e groupe d'une division. Le 1er groupe a marché avec l'avant-garde et a déjà entamé la lutte avec l'artillerie ennemie.

Recherche des modifications successives à apporter dans la répartition des zones d'action entre les groupes, et dans la répartition des objectifs entre les batteries chaque fois que la situation change.

Manœuvres et tirs d'une batterie d'accompagnement.

Examen des dispositions à prendre pour lutter contre une batterie basse.

Thème. — Une division suit la route menant au hameau H. Elle a l'ordre d'attaquer l'ennemi dès qu'elle le rencontrera pour le rejeter vers l'ouest.

L'avant-garde se heurte à l'ennemi en arrivant au hameau H. La division reçoit l'ordre de se déployer. Les limites du champ de tir marquent les lignes suivant lesquelles elle doit se relier aux divisions qui l'encadrent.

Conventions. — Le groupe est considéré comme représentant le deuxième groupe d'artillerie de la division.

Au moment où la séance commence, l'avant-garde est déjà aux prises avec l'ennemi depuis un certain temps. Le premier groupe (fictif) est en batterie en arrière et à droite du hameau H (position P_1). Il a déjà entamé la lutte avec l'artillerie ennemie. Le commandant du deuxième groupe rejoint le commandant de l'artillerie (Directeur) sur la position P_2 qui va être assignée à ses batteries. Celles-ci sont placées comme si elles marchaient sur la route derrière le premier bataillon du gros de la division.

N. B. — Le tableau ci-après donne le résumé des instructions adressées au directeur du parc, instructions qui permettent d'animer en quelque sorte le champ de tir.

Instructions au Directeur du parc.

EMPLACEMENTS DES BATTERIES.	OBJECTIFS.	FIGURATION.
	Première partie de la séance.	
Batteries virtuelles A_1 A_2 A_3 en P_1. Batteries réelles A_4, A_5, A_6 en P_2.	Quatre batteries B_1 B_2 B_3 et B_4 presque entièrement masquées en arrière de la crête C. L'observateur placé en P_2 doit voir au plus trois flèches (des caissons-observatoires du commandant de groupe et des commandants de batteries). La place exacte des pièces sera marquée par quelques silhouettes.	Des panneaux figurant les maisons du hameau H. A l'indication du Directeur : 1° Tir de B_2 et B_3 sur le 1er groupe A_1 A_2 A_3, 2° Tir de B_1 sur le hameau H. Indiquer les coups de canon de B_1 B_4 et B_3 par des appareils à lueurs, et l'éclatement des projectiles correspondants par des pétards. 3° Tir de A_1, A_2 et A_3 sur B_2 et B_3. Indiquer les points d'éclatement des projectiles correspondants par des pétards devant B_2 et B_3. 4° Tir de B_4 sur la batterie du 2e groupe qui ouvrira le feu la première. Indiquer les coups de canon de B_4 par des lueurs, et l'éclatement des projectiles correspondants par des pétards placés auprès et en arrière des pièces.
	Interruption d'un quart d'heure.	
	Deuxième partie de la séance.	
Mêmes emplacements P_1 et P_2.	Mêmes objectifs.	A l'indication du Directeur : 1° Tirs de B_1 B_2 B_3 et B_4 indiqués comme précédemment par des lueurs et des pétards. B_1 tire sur le hameau H, B_2 et la moitié de B_3 sur le 1er groupe A_1 A_2 A_3, enfin l'autre moitié de B_3 et B_4 sur le 2e groupe A_4 A_5 A_6.
	Interruption d'un quart d'heure.	
	Troisième partie de la séance.	
Une des trois batteries A_4 A_5 A_6 prend position en *p*.	Sur la crête *c* : Une ferme avec mur de clôture ; Infanterie abritée derrière des murs et des haies ; Batterie B_5.	Une ferme avec un mur de clôture sur la crête *c*. Prendre les dispositions nécessaires pour figurer, à l'indication du Directeur : 1° L'incendie de la ferme, 2° Une batterie B_5 prenant position sur la crête *c*, et dont le tir est indiqué par des lueurs en *c* et des pétards en arrière des pièces de la batterie placée en *p*, 3° De l'infanterie montant ou descendant les pentes en avant de la ferme.
	Interruption d'un quart d'heure.	
	Quatrième partie de la séance.	
P_2 et *p*.	Mêmes objectifs.	A l'indication du Directeur : Une batterie B_6 prenant position en *e* et dont le tir est indiqué par des lueurs en *e* et des pétards dans le hameau H.

2e partie. Exécution de la séance.

Au début de la séance, l'officier qui remplit à la fois les fonctions de Directeur et de Commandant de l'artillerie de la division se trouve sur la position P_2 que va occuper le 2e groupe. Il a auprès de lui le directeur du parc. Au moment où il est rejoint par la reconnaissance du 2e groupe (chef d'escadron et capitaines) il donne les ordres suivants :

Au directeur du parc :

« Figurez le tir des batteries B_2 B_3 sur le 1er groupe « A_1 A_2 A_3, placé en arrière et à droite du hameau, et « aussitôt après celui de la batterie B_1 sur le hameau. »

Au commandant du 2e groupe :

« Voici la *situation :* Notre infanterie occupe à droite « ce hameau (H) ; à gauche elle est entrée dans ces bois. « L'infanterie ennemie est de l'autre côté du ravin (R *r*) « qui est en avant et sensiblement parallèle au front de « la division ; elle occupe, en face de notre gauche, cette « ferme (*f*) et les murs, haies et bois qui l'entourent. »

A ce moment l'artillerie ennemie ouvre le feu ; le commandant de l'artillerie continue :

« Vous voyez où est placée *l'artillerie ennemie :* elle « tire sur le 1er groupe et sur le hameau (H).

« Le 1er groupe a déjà tiré sur l'artillerie ennemie, « mais il n'est pas parvenu à la maîtriser, et en particu- « lier il n'a pu faire taire la batterie de droite qui tire « sur le hameau.

« Pour simplifier les ordres j'appellerai dorénavant B_1 « la batterie de droite, qui tire sur le hameau, puis, en « suivant l'ordre, B_2 et B_3 les deux autres batteries pla- « cées à sa gauche.

« Voici votre *mission :*

« Le commandant de la division veut à tout prix se

« maintenir dans le hameau H, qui est le point d'appui « de sa droite. En conséquence, j'ai reçu l'ordre d'éteindre « le plus tôt possible le feu de la batterie qui tire sur la « lisière du hameau. Le 1er groupe n'ayant pu y réussir, « c'est à vous que je donne cette tâche.

« Voici votre position (P_2) entre ce chemin de terre et « ces bois. Vous pouvez installer vos batteries sur des « emplacements où elles seront entièrement à l'abri des « vues.

« Pour vous faciliter votre besogne, voici les dispositions « que je prends, relativement à la *répartition des zones* « *d'action :* j'ai donné l'ordre au 1er groupe d'ouvrir le « feu sur B_2 et B_3 dès que vous aurez tiré votre premier « coup de canon sur B_1. Vous devez prendre sous votre « feu tout autre groupement d'artillerie qui, par son inter- « vention, essaierait de vous gêner dans l'accomplisse- « ment de votre mission.

« Les bataillons d'infanterie qui occupent le hameau H « souffrant beaucoup du feu de l'artillerie ennemie, vous « ouvrirez le feu sur B_1 le plus tôt possible. »

Aussitôt après avoir reçu l'ordre du Commandant de l'artillerie, le commandant du 2e groupe opère exactement comme il le ferait dans la réalité.

Après avoir répété à ses capitaines la *situation générale* et la *mission* confiée au 2e groupe, il leur donne tous les ordres concernant le choix des *emplacements,* la *manœuvre* à exécuter pour se mettre en batterie, la *préparation du tir* et l'*ouverture du feu.*

D'après ses ordres A_4 doit tirer sur B_1 pendant que A_5 et A_6 se tiendront en surveillance prêtes à ouvrir le feu sur toute nouvelle batterie (en dehors de B_2 et B_3) que le tir de A_4 peut faire démasquer.

Pendant que le commandant du 2e groupe fait sa recon-

naissance, les ordres suivants sont donnés au directeur du parc :

« Au premier coup de canon de A_4, figurez le tir du « 1er groupe A_1 A_2 A_3 sur B_2 B_3. A la quatrième ou cin- « quième salve de A_4, figurez le tir de B_4 sur A_4. »

Admettons qu'au 2e groupe les événements se succèdent ainsi :

Ouverture du feu de A_4 sur B_1 ;
Tir de B_4 sur A_4 ;
Cessation du feu de A_4 ;
Ouverture du feu de A_5 sur B_4 ;
Continuation du feu de B_4 sur A_4 et sur A_5 ;
Cessation du feu de A_5 ;
Ouverture du feu de A_6 sur B_4 ;
Cessation du feu sur B_4 ;
Reprise du feu de A_4 sur B_1 ;
Cessation du feu des deux artilleries en présence.

La première partie de la séance est terminée ; cherchons *quels avantages nous a procurés l'organisation perfectionnée du champ de tir.*

Elle a permis aux commandants d'unités de formuler des ordres semblables à ceux qu'ils donneraient dans la réalité. Si elle n'avait pas existé, ces officiers auraient dû mélanger le libellé de leurs ordres avec des indications de ce genre :

« La batterie B_1, qui est censée tirer sur le hameau, a « sa droite à tant de millièmes de tel point de repère.

« Les batteries B_2 et B_3 sont censées tirer sur le 1er groupe « A_1 A_2 A_3. Leurs projectiles éclatent à tel endroit. La « droite de B_2 est à tant de millièmes de tel point et celle « de B_3 à tant de millièmes du même point. »

Puis, après l'ouverture du feu par A_4, le directeur aurait dû faire connaître au commandant du 2e groupe qu'une nouvelle batterie ennemie B_4, placée à tel endroit, se

démasquait, que les projectiles de cette batterie éclataient dans la batterie A_4; il aurait dû informer également de cet événement le capitaine de la batterie A_4.

Au contraire, avec une organisation perfectionnée du champ de tir, le directeur de l'exercice peut donner toute facilité aux commandants d'unités pour formuler leurs ordres presque comme ils le feraient dans la réalité, et rendre en quelque sorte tangibles pour tout le personnel les différentes situations.

Cette organisation perfectionnée a aussi l'avantage de permettre à tous les officiers de prendre l'habitude de mesurer les fronts marqués seulement par des lueurs, de reconnaître les objectifs pris par les batteries ennemies, de distinguer, par exemple, quelle est celle des batteries B_1 B_2 et B_3 qui tire sur le hameau, d'adopter de leur propre initiative, puisque le directeur n'a pas toujours besoin d'intervenir pour définir la situation, telle disposition qu'ils jugent nécessaire pour parer à tel événement, et de prendre en particulier l'habitude de modifier rapidement la préparation du tir chaque fois que la situation l'exige.

La première partie de la séance terminée, le Directeur prescrit une interruption du tir d'au moins un quart d'heure.

Cet intervalle de temps doit être utilisé — par le commandant de l'artillerie et les commandants de groupe pour établir la répartition la plus avantageuse des zones d'action et des objectifs entre les groupes et les batteries en profitant des renseignements acquis — par le Directeur du parc pour exécuter les préparatifs nécessaires à l'organisation de la deuxième partie de la séance.

Le Directeur fait connaître à la batterie A_4 les pertes qu'elle a subies; le personnel hors de service est envoyé à l'écart.

A la reprise de la séance le Directeur de l'exercice donne les ordres suivants :

Au commandant du 2e groupe :

« Tenez-vous prêt à ouvrir de nouveau le feu sur la « batterie B_1 et tâchez d'arriver à la tenir dans une four- « chette assez étroite pour l'empêcher absolument de tirer « sur le hameau.

« Le 1er groupe, comme précédemment, ouvrira le feu « sur B_2 et B_3 aussitôt après votre premier coup de canon. »

Au directeur du parc :

« Figurez le tir de B_1 B_2 B_3 et B_4.

« B_1 sur le hameau, B_2 et la moitié de B_3 sur le 1er groupe « A_1 A_2 A_3, l'autre moitié de B_3 et B_4 sur le groupe A_4 A_5 A_6. »

Admettons :

1° Que l'artillerie ennemie ouvre le feu avant que le premier groupe ait terminé la préparation de son tir ;

2° Que le commandant de l'artillerie du parti A laisse passer les rafales de l'artillerie du parti B, modifie sa préparation du tir d'après ce qu'il a appris de la répartition du feu de l'ennemi et ouvre aussitôt le feu ;

3° Que A_5 réussisse à saisir B_1 dans une fourchette de 100 m et que le commandant de l'artillerie acquière la conviction qu'il est pour le moment en mesure de faire taire la batterie B_1 chaque fois qu'elle voudra reprendre le feu sur le hameau.

Dans cette deuxième partie de la séance, l'organisation perfectionnée du champ de tir a encore permis d'entraîner les officiers à la mesure des fronts uniquement définis par des lueurs, à la recherche des objectifs choisis par les batteries ennemies et à la résolution de problèmes intéressants de répartition de zones de surveillance et d'objectifs entre les groupes et les batteries.

Dans un champ de tir non organisé, des problèmes de ce genre ne peuvent pour ainsi dire même pas être posés.

Le Directeur de l'exercice prescrit encore une interrup-

tion de tir d'un quart d'heure et donne les ordres suivants relatifs à la troisième partie de la séance :

Au directeur du parc :

« Prévenez-moi dès que vous serez prêt à figurer les « objectifs nécessaires pour l'épisode qui doit se passer « à la ferme *f*. »

Au commandant du 2e groupe.

« Le colonel X... est chargé, avec les bataillons qui se « rassemblent à notre gauche et en arrière de ces bois, « de s'emparer de la ferme *f*. Mettez de suite une de vos « batteries à la disposition du colonel X... pour accom- « pagner son infanterie.

« Comme vous ne disposerez plus que de deux batte- « ries, je modifie la répartition des zones d'action entre « les deux groupes. Vous surveillerez seulement les deux « batteries B_1 et B_4 ; je donne au 1er groupe, avec la sur- « veillance des batteries B_2 et B_3, celle de tout le terrain « à droite et à gauche assigné à la division. »

Le commandant de batterie désigné (supposons A_6) donne ses ordres pour amener les avant-trains et va se mettre à la disposition du colonel X... (Directeur de l'exercice) sur la position *p*. Il en reçoit l'ordre suivant :

« Je veux m'emparer de cette ferme. Placez votre bat- « terie à proximité de ce chemin. Faites dans les murs « de clôture une ou deux brèches. Mettez le feu à la ferme « pour en chasser les défenseurs.

« Tenez-vous prêt à aider l'infanterie dans sa marche « en avant, en tirant sur tous les points où vous verrez « une résistance se manifester. »

Aussitôt après la mise en batterie, les événements que comprend cet épisode peuvent se succéder ainsi :

Tir de la batterie A_6 sur le mur de clôture pour faire une ou deux brèches ;

Une pièce met le feu à la ferme ;

Une batterie ennemie B_5, placée à droite de la ferme, ouvre le feu sur A_6 ;

Notre infanterie arrive au pied des pentes, derrière une haie ;

Une troupe d'infanterie ennemie sort de l'enclos de la ferme pour exécuter une contre-attaque.

La simple lecture du programme de cette troisième partie de la séance fait ressortir les avantages que procure l'organisation du champ de tir autour de la ferme.

Les situations successives n'ont pas besoin d'être expliquées par le Directeur ; elles sont immédiatement visibles. C'est là un excellent moyen pour développer les initiatives et augmenter au plus haut degré l'intérêt que tout le monde, jusqu'au dernier canonnier, prend à la séance.

Les problèmes les plus intéressants que le personnel de la batterie doit résoudre sont les suivants :

Tirer sur une batterie ennemie qui se démasque pendant l'exécution d'un tir et qui constitue un objectif peu visible à cause de la fumée de l'incendie ;

Aider à tout prix la marche en avant de l'infanterie, en ne se bornant pas à maîtriser la batterie ennemie, mais en profitant de toutes les occasions qui s'offrent de tirer avantageusement sur l'infanterie ennemie et en particulier en arrêtant une contre-attaque.

Quand la troisième partie de la séance est achevée, le Directeur annonce que le tir est terminé, mais il pose un dernier problème dont la solution sera donnée sans procéder à l'exécution d'un tir.

Le Directeur expose aux officiers la situation nouvelle et donne l'ordre au directeur du parc de figurer le tir de B_6 sur le hameau.

Voici cette dernière *situation :*

Le colonel X... n'a pu prendre possession de la ferme *f*.

Notre infanterie tient toujours dans le hameau H, sur lequel l'artillerie ennemie a dû cesser de tirer.

Une batterie B_6 ouvre le feu sur le hameau H et l'ennemi menace de nous enlever ce point d'appui.

La batterie B_6 a pu gagner son emplacement *e* en restant constamment à l'abri des vues. Elle a pu suivre le fond du ravin *r'* puis se dissimuler derrière des haies placées au bord du ravin R.

Placée en *e*, elle est très en contre-bas et aucune des batteries A_1 A_2.... A_6 ne peut l'apercevoir.

La batterie chargée de tirer sur B_6 devra franchir la crête en avant battue par les batteries B, ce qu'elle ne peut faire que sous la protection des batteries A.

Il y a là un problème intéressant à résoudre. L'organisation du champ de tir permet de le poser, pour ainsi dire, instantanément.

Comme il n'est pas possible de trouver pour une fraction de l'artillerie A un emplacement jouissant des mêmes propriétés que l'emplacement *e* occupé par la batterie B_6, c'est-à-dire un emplacement invisible pour toutes les batteries B, sauf B_6, et accessible par un cheminement défilé, il y a lieu de faire jouer à un certain nombre de batteries A le rôle de contre-batteries pour permettre à la fraction de l'artillerie A chargée de contre-battre B_6 de s'installer en avant de la crête.

*
* *

En résumé, mettre un champ de tir complètement organisé à la disposition des régiments d'artillerie, c'est donner aux officiers directeurs d'exercice la possibilité de placer les batteries dans des situations aussi voisines que possible de la réalité ; c'est leur fournir le moyen de mettre chacun en face de problèmes analogues à ceux qu'il aura à résoudre sur le champ de bataille.

Les principaux avantages qui en résultent pour l'instruction du personnel sont :

Un entrain communicatif allant jusqu'au canonnier, parce que celui-ci devine en partie la situation et s'intéresse à l'exercice ;

L'habitude de donner des ordres sans mélanger leur libellé avec des indications relatives aux conventions ;

L'entraînement à la mesure des fronts uniquement définis par des lueurs ;

L'examen comparatif des groupements de lueurs de l'artillerie ennemie et des points d'éclatement de ses projectiles, permettant d'arriver à discerner ses objectifs et de déterminer en particulier quelle est la fraction d'artillerie prenant à partie chacune des batteries engagées ;

L'habitude d'apporter à la préparation du tir, sans hésitation, lors de chaque événement nouveau, les modifications qui fourniront la répartition la plus avantageuse des zones d'action et des objectifs entre les batteries.

Nous croyons avoir suffisamment démontré l'intérêt qu'il y a à mettre à la disposition des régiments d'artillerie des champs de tir convenablement organisés. C'est là une partie essentielle de leur outillage d'instruction ; aussi le chiffre des dépenses à engager ne doit-il pas être un obstacle. Il s'agit d'ailleurs surtout d'une dépense de premier établissement, et celle-ci une fois faite, le crédit annuel nécessaire serait très faible en comparaison du prix de revient des munitions. Il semble donc qu'on ferait un mauvais calcul en reculant devant une dépense relativement minime, qui permettrait de tirer un meilleur profit des écoles à feu et d'assurer dans de bien meilleures conditions l'instruction de tout le personnel.

G. Aubrat,
Chef d'escadron d'artillerie.

CURIOSITÉS CYCLISTES

LA

BICYCLETTE « RÉTRO-DIRECTE »

Aujourd'hui sur la bicyclette, comme d'ailleurs jadis sur le bicycle, la rotation des manivelles a lieu dans le même sens que celle des roues, nous dirons dans le sens *direct*.

C'était là une disposition obligée sur l'ancien bicycle dont les manivelles faisaient corps avec le moyeu de la roue motrice et, dans le passage du bicycle à la bicyclette, les constructeurs ont regardé comme tout naturel de conserver le sens de rotation des pédales auquel les cyclistes étaient habitués.

Cependant la solution inverse est facilement réalisable; mais pour qu'elle se fît jour, il fallait que les avantages en fussent mis nettement en évidence, ce qui réclamait des expériences méthodiques et prolongées.

Guidé par certains résultats précis obtenus au cours d'une étude sur le travail musculaire du cycliste, nous avons fait construire, il y a deux ans, une bicyclette « *rétro* », c'est-à-dire à rétropédalage.

Les observations diverses auxquelles nous avaient conduit quelques mois d'essais sur route ont été publiées dans la *Revue du Touring-Club* (1).

(1) Voir *Revue mensuelle du Touring-Club de France*, juin 1901.

Depuis, l'idée a fait son chemin, car dans un récent concours de bicyclettes de tourisme[1] quatre constructeurs avaient fait inscrire des machines à deux vitesses dites « rétro-directes », sur lesquelles on peut pédaler indifféremment dans les deux sens, chaque sens correspondant à un développement spécial.

Nous nous proposons, dans l'étude qui va suivre, d'exposer les avantages pratiques du rétropédalage, puis d'indiquer la manière de pédaler. Nous terminerons par la description sommaire des machines « rétro » actuellement construites.

AVANTAGES PRATIQUES

Ils sont de deux sortes :

1° Suppression absolue du temps mort;

2° Utilisation plus rationnelle et plus complète des muscles moteurs.

TEMPS MORT

Tout cycliste a pu constater que dans une côte dure et longue il est invinciblement poussé à prendre une allure bien décidée, dût-il en conséquence s'essouffler et se couvrir de sueur.

Dès qu'il cherche, en effet, à réduire sa vitesse à celle d'un homme au pas, par exemple, sans doute il respire avec plus d'aisance, mais par contre il éprouve une difficulté très particulière : à chaque demi-tour, au moment où les manivelles sont à peu près verticales, les pédales opposent une résistance anormale. Il faut alors recourir à des efforts tout spéciaux, dont nous expliquerons plus tard le mécanisme, pour éviter soit les saccades dans la marche, soit le ralentissement de la machine qui devient

(1) *Concours de bicyclettes de tourisme* organisé au mois d'août 1902 par le Touring-Club de France.

rapidement compromettant pour l'équilibre aux allures trop lentes.

D'où fatigue bientôt excessive qui oblige à accélérer la marche ou à mettre pied à terre.

Avec le rétropédalage le cycliste n'éprouve rien de pareil. Il est maître de réduire sa vitesse pour ainsi dire à sa guise et sans avoir à modifier en rien son coup de pédale.

La condition d'équilibre lui impose, il est vrai, pratiquement, une vitesse d'au moins 4 km à l'heure, mais comme à une allure aussi réduite tout homme, même non entraîné, peut sans s'essouffler gravir une côte fût-elle à 8 p. 100, il reste effectivement possible de rouler dans les montées aussi paisiblement qu'en plaine, c'est-à-dire à un train de travail modéré et constant.

Une pareille différence entre les deux modes de pédalage paraîtra sans doute à première vue surprenante. Elle résulte simplement de ce que dans le sens rétrograde, pour un même effort de contraction des muscles, la composante tangentielle de la pression du pied sur la pédale est beaucoup plus régulière et continue que dans le sens direct. Il n'y a pas de temps mort.

L'explication complète de la chose exige que nous remontions à l'origine, c'est-à-dire au fonctionnement des grands muscles moteurs.

MUSCLES MOTEURS

Dans le coup de pédale naturel, normal, on peut admettre que deux grands muscles fournissent à eux seuls pour ainsi dire la totalité du travail. Ce sont : le *triceps* et le *grand fessier*.

Triceps. — Le *triceps,* comme son nom l'indique, se compose en réalité de trois muscles (le *crural,* le *vaste interne,* le *vaste externe*) attachés d'une part à trois points distincts du fémur et fixés tous trois d'autre part à la rotule (fig. 1 et 2).

Cuisse _ *Vue antérieure.*

Triceps _ *Droit antérieur enlevé*
Vastes écartés pour montrer le crural.

Fig. 1.

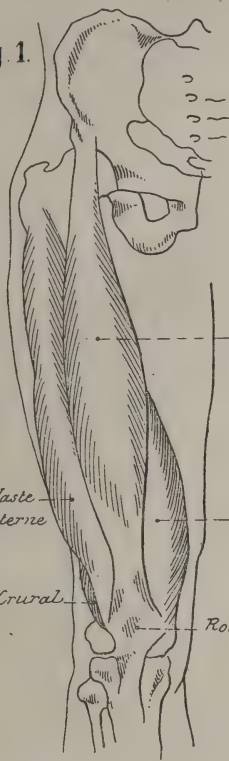
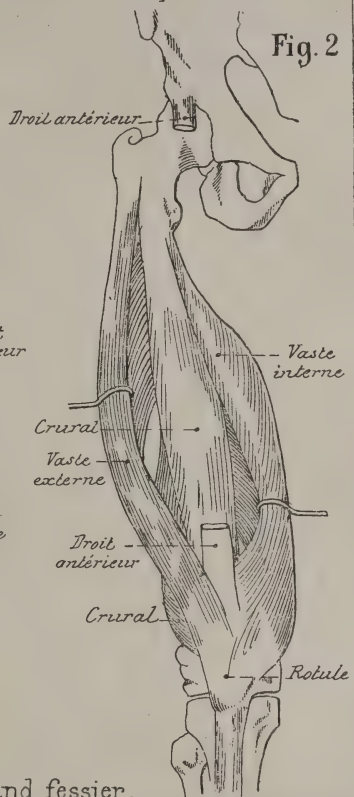


Fig. 2



Vue arrière

Grand fessier.

Profil.

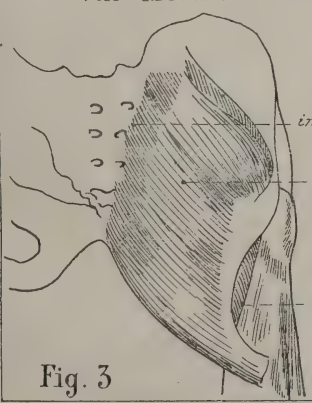


Fig. 3

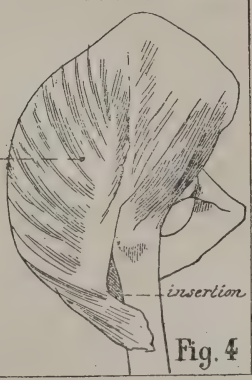


Fig. 4

Commandés par un même nerf, ils se contractent toujours simultanément, agissant en somme comme un muscle unique qui a pour effet d'étendre la jambe sur le prolongement de la cuisse (extenseur de la jambe), c'est-

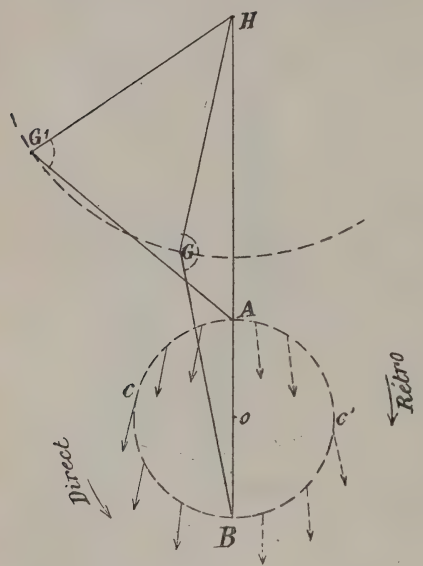


Fig. 5.
Action du triceps.

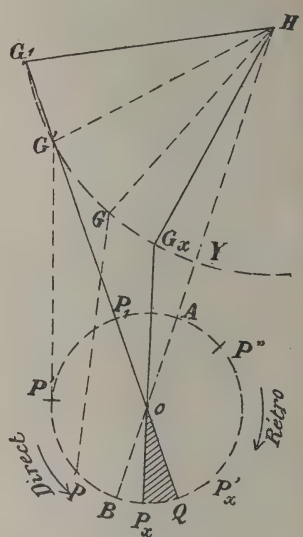


Fig. 6.
Action du grand fessier.

à-dire d'ouvrir avec force l'*angle au genou* PGH (H et G étant les articulations de la hanche et du genou [fig. 6]).

Grand fessier. — De son côté le *grand fessier* s'insère sur le fémur, puis, contournant le bassin vers le bas, vient s'attacher au sommet de celui-ci (fig. 3 et 4).

Il a pour effet en se contractant de faire pivoter le fémur autour de H, c'est-à-dire d'abaisser le genou (extenseur de la cuisse) [fig. 6].

Direction de la pression.

Pour une position déterminée de la pédale, à un effort de contraction F, soit du triceps, soit du grand fessier

correspond, sur la pédale, une pression P naturellement proportionnelle à F, c'est-à-dire de grandeur variable à la volonté du cycliste, mais de direction absolument définie et spéciale à chaque muscle.

Quelle est cette direction pour chacun des deux grands muscles considérés? Négligeant de recourir à des considérations théoriques, nous dirons qu'on peut l'obtenir directement par expérience en opérant sur un mannequin muni de muscles en caoutchouc.

On constate ainsi que la pression sur la pédale due au triceps a invariablement la direction HP, et celle due au grand fessier la direction GP (G position du genou correspondant à la position P de la pédale) [fig. 6].

Variation de la pression tangentielle.

Suivons maintenant le travail des muscles pendant que la pédale décrit le cercle de centre O.

Triceps. — *Sens direct.* — En A (fig. 5) l'angle au genou précédemment défini est minimum. Il ne cesse de croître pendant que la pédale décrit le demi-cercle ACB; puis, à partir de B diminue jusqu'en A sur l'autre demi-cercle BC'A.

Donc le triceps ayant pour rôle d'ouvrir l'angle au genou, peut agir utilement sur tout le demi-cercle ACB.

Lorsque la pédale gauche arrive en B, le triceps gauche cesse son effort, mais au même instant la pédale droite se trouvant en A, c'est le triceps droit qui le remplace immédiatement pour actionner la machine à son tour, et dans les mêmes conditions.

Bref l'action utile des deux triceps est *continue* sur le tour entier. Quant à la *grandeur* de la pression *utile,* c'est-à-dire de la composante tangentielle, elle est essentiellement variable.

La direction de la pression passant constamment par H, on voit que la composante, nulle pour la position A, va

constamment en croissant jusqu'en C (HC tangente au cercle) où elle est maxima, puis décroît peu à peu pour redevenir nulle en B.

En A et B les pédales échappent donc simultanément à l'action motrice des triceps. Il y a *point mort*. Cette action, d'ailleurs, reste très faible pour toute position des manivelles voisine de AB.

Positions initiale et finale d'une même jambe

dans le coup de pédale *direct*. dans le coup de pédale *rétrograde*.

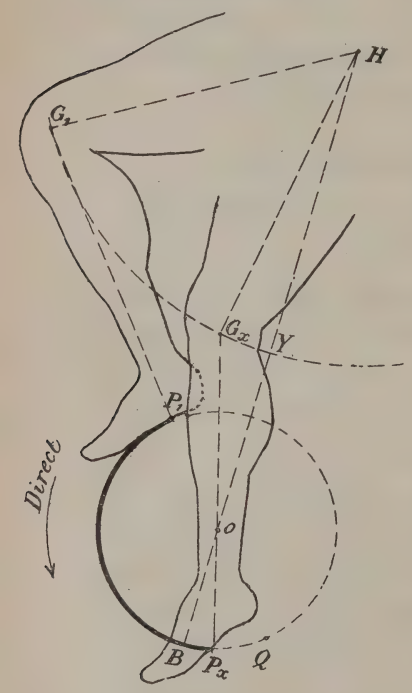


Fig. 7.

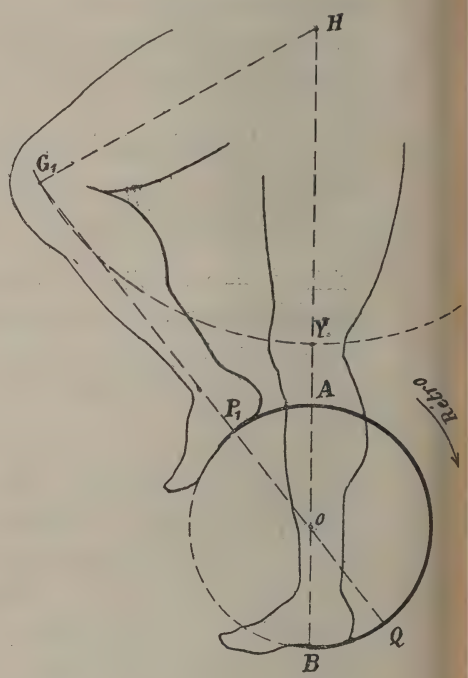


Fig. 8.

Sens rétrograde. — Supposons maintenant que le cycliste pédale dans le sens rétrograde ; toutes les considérations précédentes subsistent dans leur intégrité mais sur l'arc AC'B au lieu de ACB. Ceci veut dire que le rôle et

l'utilisation même du triceps ne sont en rien modifiés par le rétropédalage.

Retenons seulement de tout ceci que, quel que soit le sens de la rotation :

1° En A et B simultanément, les pédales échappent à l'action motrice des triceps. Il y a *point mort*.

2° Le diamètre OH marque le centre d'une zone de *faible action* pour les mêmes muscles.

Grand fessier. — *Sens direct.* — Il n'en est plus de même

Positions simultanées des jambes

à la fin du coup de pédale *direct.* à la fin du coup de pédale *rétrograde.*

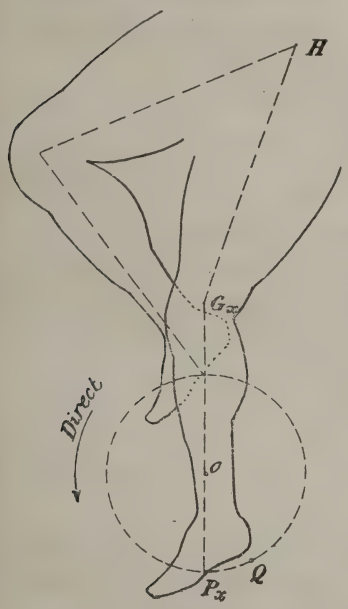


Fig. 9.

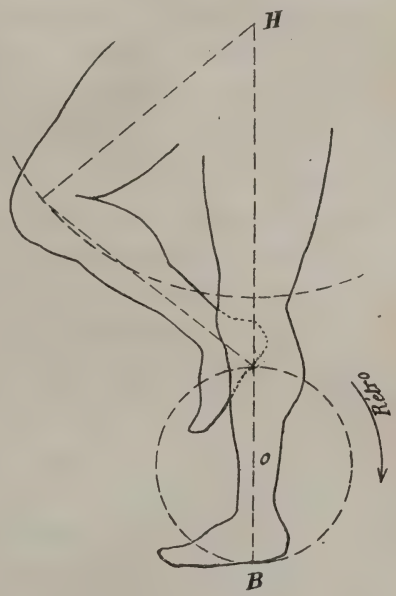


Fig. 10.

pour le grand fessier. Son action positive commence en P_1, point pour lequel la direction genou-pédale passe par le centre O (fig. 6).

A ce moment le genou occupe sa position la plus élevée

qui est G_1 : sous la traction du muscle il s'abaisse de G_1 vers Y pendant que la pédale se déplace sur le demi-cercle P_1BQ.

Puisque à chaque instant la pression due au grand fessier a pour direction la ligne genou-pédale, l'action du muscle sera positive aussi longtemps que cette ligne passera, sur la figure, à gauche du centre O.

Le muscle ne pourra donc agir utilement que jusqu'à une certaine position P_x de la pédale telle que G_x, position correspondante du genou, se trouve sur le prolongement de P_xO.

La composante tangentielle, nulle en P_1, atteint son maximum pour la position P′ où la ligne P′G′, passant par le genou G′, est tangente au cercle, puis elle décroît jusqu'à redevenir nulle en P_x.

Nous allons montrer que P_x est forcément en deçà de Q, c'est-à-dire qu'il est impossible au grand fessier d'actionner la pédale sur le demi-tour tout entier. L'angle P_xOQ sera par suite un *angle mort,* c'est-à-dire que pour toute orientation des manivelles comprise dans cet angle, les pédales échapperont à la fois et totalement à l'action des grands fessiers.

En effet, la position limite P_x est forcément comprise dans l'angle BOQ, car elle doit être diamétralement opposée à la position correspondante du genou, G_x. Or les seules positions possibles du genou pendant le coup de pédale sont comprises dans l'arc G_1Y, c'est-à-dire dans l'angle G_1OY ou BOQ.

On voit, en outre, immédiatement que plus la course du genou sera grande, plus la position limite G_x sera basse, plus P_x sera loin de Q, plus l'angle mort sera grand.

Si le cycliste abaissait le genou jusqu'en Y, cet angle mort serait égal à BOQ, soit à 36 degrés d'après les dimensions prises sur un dessin fait à échelle exacte pour un cycliste de taille moyenne. C'est donc en pareil cas

sur un dixième de tour que les pédales échapperaient simultanément à l'action des grands fessiers (1).

Inversement, si l'on veut que l'angle mort soit nul, P_x doit se confondre avec Q, et par suite G_x avec G_1 : autrement dit le genou doit rester fixe et le coup de pédale n'être alors donné que par simple abaissement de la pointe du pied, ce qui est manifestement impossible.

Il y a donc forcément un angle mort et la seule manière de le réduire est de limiter la longueur de l'arc décrit par le genou. Or, une telle condition est en contradiction absolue avec une autre essentielle elle aussi à remplir : celle d'utiliser le mieux possible le grand fessier, le plus puissant des muscles moteurs.

Moindre, en effet, sera l'arc décrit par le genou, moindre sera naturellement l'étendue de la contraction demandée au muscle en question, moindre par suite le travail mécanique qu'il fournira à la machine, puisque ce travail est égal au produit de l'effort de contraction par le raccourcissement même du muscle.

Ankle play. — Cette solution est bien cependant celle qui s'impose au cycliste par la force des choses. Elle est connue sous le nom d'*ankle play* ou jeu de chevilles.

Voici l'artifice employé pour faire franchir à la pédale la zone critique BQ sur laquelle le triceps, dans le voisinage de B, et le grand fessier, de P_x à Q, font pour ainsi dire simultanément faillite :

1° Chasser la pédale supérieure horizontalement à l'aide d'un muscle particulier dit « droit antérieur », lequel s'insère d'une part à la rotule comme le triceps, et d'autre part, non pas au fémur, mais au bassin au-dessus de l'articulation de la hanche (fig. 1 et 2).

Ce muscle élève le genou (fléchisseur de la cuisse) et étend en même temps la jambe sur la cuisse (extenseur de la jambe).

---

(1) Ceci montre en passant l'inconvénient de monter *trop long*.

Ce n'est que sur l'arc AP_1 qu'il peut agir utilement car il est antagoniste du grand fessier ;

2° Prolonger l'action de la jambe sur la pédale inférieure en abaissant la pointe du pied, ce qui réduit la descente du genou et par suite *diminue* l'angle mort.

A ce moment le grand fessier ne travaille plus que statiquement, pour ainsi dire, se contentant de maintenir en place le fémur; ce sont alors les muscles du mollet qui se substituent à lui pour fournir le travail mécanique nécessaire au déplacement final de la pédale.

Or, la capacité de travail mécanique d'un muscle est caractérisée essentiellement par le poids de sa fibre contractile. Le mollet étant beaucoup moins lourd que le grand fessier, son taux de travail, surtout en rampe dure, sera forcément exagéré.

C'est bien là ce que l'expérience confirme. Lorsque le cycliste à bout de forces se résigne à mettre pied à terre dans une côte, les pédales lui paraissent encore très maniables tant que les manivelles sont à peu près horizontales, c'est-à-dire tant que les grands muscles sont en pleine action, mais il en est tout autrement dans la région de l'angle mort où les muscles secondaires (droit antérieur, soléaire et jumeaux) surmenés se refusent à tout service.

Pour soulager ces derniers la seule ressource est d'activer l'allure : la machine, prenant alors du volant, aidera par sa vitesse acquise au franchissement de l'angle mort. Malheureusement ce sont les poumons qui à leur tour ne suffiront plus à leur tâche.

Il y a là un cercle vicieux d'où l'on ne saurait sortir.

Sens rétrograde. — Examinons maintenant le fonctionnement du grand fessier dans le rétropédalage.

Comme précédemment (fig. 6) l'action commence en P_1. Elle est alors normale au cercle ; la composante tangentielle est nulle.

Cette composante va en croissant jusqu'en P″ symétrique de P′, où elle est maximum, puis décroît constamment.

Lorsque le genou prendra par exemple la position G_x, qui correspondait à la fin de sa course dans le sens direct, la pédale, en rotation rétrograde, viendra en P'_x.

Ce point P'_x occupera sur le cercle une position autre que P_x, car, nous le verrons bientôt, dans le sens rétrograde la plante du pied ne s'incline pas vers le bas à la fin du coup de pédale, c'est-à-dire que la distance genou-pédale reste plus courte.

D'ailleurs, dans le cas actuel ce n'est nullement en G_x que s'arrêtera l'oscillation du genou : ce dernier descendra jusqu'à Y, pendant que de son côté la pédale passera successivement par P'_x, Q, P_x et B.

On voit que, dans ces conditions, le grand fessier actionnera la pédale sur un parcours nettement *plus grand qu'un demi-tour*. Ceci veut dire qu'à l'angle mort du pédalage direct se substitue un *angle de chevauchement* B O Q dans lequel les deux grands fessiers à la fois pourront actionner utilement la pédale.

Sans doute à ce moment chacun d'eux agit dans des conditions relativement peu favorables car leur poussée passe près du centre O. Mais leurs actions se superposant, la force motrice totale n'en conservera pas moins une valeur notable.

Voici à ce sujet une expérience très simple et absolument concluante : prenez une machine munie d'un frein sur la roue motrice, et faites porter la fourche arrière du cadre sur un support solide, de façon que la roue ne touche pas le sol. Mettez-vous en selle, serrez le frein et pédalez dans le sens rétrograde.

Dans ces conditions vous n'avez aucun volant : c'est donc uniquement par l'action directe des muscles que les pédales pourront franchir l'angle mort. Or, pourvu que l'on s'y soit un peu exercé au préalable, si énergique que

soit la pression du frein, on arrive à donner aux pédales un mouvement aussi lent qu'on le désire et très régulier. Aucun effort spécial, aucune contorsion. Il suffit d'accompagner *à fond* la pédale en étendant complètement le membre.

Dans le sens direct, au contraire, les manivelles resteront obtinément calées dans la position verticale malgré les efforts les plus désespérés.

Il est donc établi que le rétropédalage supprime d'une façon absolue l'angle mort.

Utilisation meilleure des muscles moteurs.

Grand fessier. — Ce muscle, le plus puissant de tous, est très médiocrement utilisé aujourd'hui, et ce qui le prouve c'est que même après les plus fortes montées il n'est jamais le siège de courbatures. Celles-ci sont au contraire fréquentes dans la cuisse (triceps); et effectivement l'examen minutieux des graphiques obtenus par la pédale dynamométrique de Bouny (1) montre que dans le sens direct (tout au moins sur piste à la vitesse de 34 km) les trois quarts du travail utile sont fournis par le triceps seul.

Pour utiliser à fond le grand fessier il faut naturellement que le fémur tourne d'un angle aussi grand que possible. Or, dans le sens direct cet angle est de 45° seulement quand on pratique l'*ankle play;* il est au contraire de 65° en rétrograde.

Triceps. — Puisque ce muscle ouvre l'*angle au genou,* son degré d'utilisation est défini par la différence des valeurs de cet angle au début et à la fin de l'action. Cette différence (fig. 5) est de 70° en direct, de 101° en rétrograde.

De ce qui précède on ne saurait conclure que la con-

(1) Voir *Étude expérimentale du coup de pédale,* par le Dr E. Bouny. — *Paris,* Steinheil. 1899.

traction même des muscles progresse dans les rapports $\frac{65}{45}$ et $\frac{101}{70}$, soit de 40 p. 100 : toutefois l'augmentation réelle est extrêmement nette.

D'ailleurs le cycliste qui rétropédale correctement, c'est-à-dire en abaissant le genou à fond, en a immédiatement une impression saisissante : la longueur de manivelle lui paraît beaucoup plus grande qu'elle ne l'est en réalité. Et effectivement la course du genou se trouve accrue de 16 cm vers le bas, c'est-à-dire autant qu'elle le serait vers le haut si la longueur de manivelle passait de 16 à 24 cm.

Comme conséquence de cette augmentation de la contraction musculaire à la fois du triceps et du grand fessier la machine peut, pour une même résistance de la pédale, avoir un développement sensiblement plus grand.

En effet, le travail mécanique fourni par la contraction d'un muscle est égal au produit du raccourcissement du muscle par l'effort de contraction mesuré au tendon. Par suite, pour les mêmes conditions de marche, c'est-à-dire pour produire le même travail mécanique par coup de pédale, toutes choses égales d'ailleurs, plus le raccourcissement sera grand, moindre sera l'effort nécessaire.

Effectivement des expériences comparatives très prolongées nous ont conduit à admettre que deux machines, l'une directe développant 3 m, l'autre rétro développant $3^{m},65$, demandaient sur un même terrain, quelle qu'en soit la pente, exactement le même *effort*.

La « rétro » permet donc une augmentation de développement d'environ 20 p. 100.

Remarquons enfin que, si les deux maîtres muscles peuvent fournir beaucoup plus de travail pour le même effort, ils le font dans des conditions parfaites au point de vue physiologique. Dans la marche, la course, le saut, l'ascension des escaliers, toujours nous étendons *à fond* la cuisse. C'est précisément ce que l'on fait en rétropédalant.

Les grandes manivelles, si prisées par quelques cyclistes affligés d'un développement exagéré, augmentent sans doute les angles d'action, mais du côté de beaucoup le moins favorable. Le grand fessier notamment, lorsque le genou est très élevé, tire très obliquement sur le fémur : son *moment* de puissance est faible ; la tension musculaire, autrement dit l'*effort* que doit fournir le cycliste, n'est pas en rapport avec le faible *travail* mécanique produit.

Lorsque le genou s'abaisse à fond, au contraire, le *moment* est maximum : la traction presque normale au levier est utilisée tout entière. Telle est la raison pour laquelle, tout à fait à la fin du coup de pédale, le cycliste n'éprouve jamais en rétropédalant la moindre sensation d'effort, si grande que soit la résistance à vaincre.

Droit antérieur. — Nous avons vu que ce muscle, dans le sens direct, a pour fonction spéciale de chasser horizontalement la pédale supérieure pendant l'instant très court de son passage dans l'angle mort.

Pour quelques-uns ce muscle serait en outre utilisé à soulever la jambe pendant toute la remontée de la pédale et éviter ainsi la contre-pression.

Cette opinion nous paraît inexacte pour deux raisons.

Et d'abord nous avons montré jadis (1) que les effets de contre-pression enregistrés par la pédale de Bouny sont entièrement explicables par la simple inertie de la jambe, de sorte qu'aux allures vives tout au moins aucun muscle releveur du genou n'entrerait en action.

D'autre part, si le droit antérieur se contractait pendant *toute* la remontée de la pédale, son action sur celle-ci serait négative, c'est-à-dire contraire au mouvement pendant les deux premiers tiers du parcours de remontée (2). D'instinct un bon pédaleur renoncerait donc à cette pratique.

---

(1) Voir le *Cycliste* du 31 janvier 1900, p. 17.
(2) Voir » » p. 9.

Dans le sens rétrograde au contraire, le droit antérieur peut agir et agit effectivement pendant toute la remontée pour soulever le genou et supprimer la contre-pression tout en aidant sans cesse à la propulsion.

Son action à ce point de vue est d'ailleurs très nette, et c'est grâce à elle que le cycliste, après quelques semaines de pratique raisonnée, sent flotter pour ainsi dire sous sa semelle la pédale remontante, évitant sans la moindre gêne la contre-pression même la plus légère.

Ce muscle, en somme, reprend son rôle *naturel* et il le joue avec une aisance extrême : ne trouvant jamais d'autre résistance que celle due au poids même de la jambe, il est affranchi de ces efforts épuisants que par nécessité on lui demande parfois dans la rotation directe.

Mollet. — Si nous avions à monter un escalier comprenant plusieurs milliers de marches, assurément il ne nous viendrait jamais à l'idée de terminer chaque foulée en nous soulevant nettement sur la pointe du pied. C'est bien là cependant ce que doit faire le cycliste pédalant dans le sens direct sur une longue côte dure.

Aussi lorsque le soléaire et les jumeaux sont épuisés et ne sont plus capables d'abaisser la pointe du pied, il ne reste plus, nous le savons, qu'à accélérer l'allure et à en subir les conséquences.

En rétrograde au contraire, la continuité d'action des grands muscles a pour résultat immédiat de rendre complètement inutile le jeu de cheville.

L'*ankle play* serait, en effet, un véritable non-sens, puisqu'il a pour résultat de *diminuer* l'angle de chevauchement.

Le mollet a donc alors pour rôle unique de maintenir la plante du pied dans son orientation naturelle perpendiculaire à la ligne genou-cheville, et son travail se trouve être purement statique.

D'ailleurs la grandeur des efforts de contraction qu'on

lui impose peut être ramenée aisément à telle valeur que l'on désire. Il suffit pour cela de chausser un peu plus la pédale, et c'est ce que tout cycliste exercé arrive à faire instinctivement.

Dans ces conditions la fatigue du mollet, si précoce actuellement, se trouve absolument éliminée. Si en rétropédalant correctement on renonce à rester en selle, c'est par suite non pas de l'essoufflement que l'on peut tempérer à sa guise en réduisant l'allure, non pas du surmenage causé par le passage de l'angle mort puisque ce dernier n'existe plus, mais simplement de l'épuisement momentané des grands muscles.

Peu à peu en effet les jambes, suivant l'expression consacrée, deviennent en coton : la machine s'arrête uniquement par insuffisance de combustible. Mais que de chemin parcouru avant d'en arriver là !

Nous citerons à ce sujet une expérience comparative bien concluante, quoique ou plutôt parce que involontaire.

Nous possédions, il y a quelques années, une machine ordinaire à chaîne (développement unique $3^{m},72$; poids $15^{kg},500$), exclusivement consacrée à la promenade journalière et avec laquelle nous avions très souvent essayé de gravir sans arrêt une certaine côte assez rude. Longueur totale 3 050 m ; pente moyenne 8 p. 100 (oscillant entre 6 et 9); sol très médiocre ; ornières, cailloux roulants, rien n'y manque.

En dépit de tous nos efforts il nous avait *toujours* fallu faire au moins deux haltes de 2 à 3 minutes pour laisser se dissiper un peu la sueur profuse, l'époumonement, les battements désordonnés du cœur. Le plus souvent trois arrêts étaient nécessaires.

Depuis deux ans avec une acatène rétro (développement 3,65 ; poids 17 kg), il nous est devenu possible de gravir la même côte sans *jamais* mettre pied à terre, et

l'arrivée au sommet se fait dans de telles conditions de tranquillité générale qu'il serait possible de recommencer sans aucun repos l'ascension tout entière.

Le récent concours du Touring-Club nous fournit d'ailleurs un enseignement analogue.

Le parcours d'épreuve de 215 km comportait deux fois le passage du col du Tourmalet par la côte de Barèges ($18^{km},600$ à pente moyenne de 7,5 p. 100). Les coureurs pouvaient à leur choix ou faire seuls les 215 km, c'est-à-dire franchir deux fois le col, ou se grouper par deux et se relayer sur la même machine après la première moitié du parcours.

Ces deux cas se sont présentés pour les deux seules rétro-directes qui ont subi l'épreuve.

La première (maison « l'Hirondelle » de Saint-Étienne) était montée par M. F***, touriste amateur qui ne pratiquait le rétropédalage que depuis six semaines. Quoique de bonne force assurément il n'était pas prisé bien haut par ses compagnons habituels de tourisme, et ceux-ci déclaraient la veille de l'épreuve qu'il passerait le Tourmalet une fois peut-être, mais jamais deux.

Or, M. F*** a franchi la première fois la côte de Barèges sans faire un mètre à pied et a marché 4 800 m seulement au second tour, se classant, au point de vue de la marche à pied, second sur 15 concurrents, avec une machine développant $2^{m},93$ et du poids de 18 kg. Le premier, cycliste d'une endurance peu commune, développait $2^{m},80$ seulement sur une « Hirondelle » à deux vitesses de 16 kg.

Quant à la seconde rétro-directe, elle était pilotée par deux ouvriers de la maison Magnat-Debon, de Grenoble. L'un d'eux ne s'était exercé que depuis trois mois, le dimanche, quand le temps le permettait, et son co-équipier n'avait pas encore quinze jours de pratique !

Or, cette équipe, avec un développement de $3^{m},12$, s'est, elle aussi, classée seconde sur 14 au point de vue de la

marche à pied, battue par une autre qui développait $2^{m},70$ seulement.

Nous citerons enfin le cas de M. D..., alpiniste endurci, très habitué à la montagne, mais approchant de la cinquantaine, qui a commencé en avril dernier l'apprentissage de la machine rétro.

Le matin du jour de l'épreuve du Touring, il partait de Gripp pour monter au col du Tourmalet où l'appelaient ses fonctions, franchissant *sans toucher terre* $12^{km},700$ à pente moyenne de 9 p. 100 (variant de 5 à 13).

C'est assurément ce qui a été fait de plus remarquable dans cette journée si féconde d'ailleurs en enseignements.

MANIÈRE DE PÉDALER EN RÉTROGRADE

La seule difficulté pour le cycliste est de se débarrasser de certaines habitudes acquises, et pour y arriver rapidement il est bon d'avoir bien présente à l'esprit la théorie, pour ainsi dire, du coup de pédale.

Sans doute chacun finirait par trouver d'instinct la solution juste, mais parfois après s'être attardé à des pratiques défectueuses telles que : selle trop basse, *ankle play* dans les côtes, etc. Les indications qui suivent éviteront au contraire tout tâtonnement dans les débuts.

Position de la selle. — Si la selle est placée *très en avant,* comme y sont habitués quelques touristes, la poussée du pied se faisant, en rétrograde, sur la pédale arrière, le corps constamment chassé vers l'avant tend à glisser et glisse effectivement sur la selle. Il faut pour y remédier incliner cette dernière en relevant le bec, ce qui est très gênant. On évitera donc cette position en avant.

Pour un cycliste de taille moyenne la position convenable peut, à notre avis, être définie comme il suit : un fil à plomb appliqué latéralement contre la selle au point

de sa plus grande largeur, c'est-à-dire immédiatement en arrière de l'échancrure ménagée pour le mouvement de la cuisse, doit passer à 12 cm en arrière de l'axe de la pédale, la manivelle étant horizontale.

La selle se trouve ainsi d'environ 2 cm plus en arrière qu'elle n'est placée moyennement par le touriste. Cette petite différence ne gêne en rien le pédalage direct (les coureurs montent encore plus en arrière), de sorte que l'on peut très aisément pédaler ainsi dans les deux sens alternativement. L'expérience en a été faite sur plusieurs milliers de kilomètres.

Si la selle est nettement plus en arrière, à moins d'avoir un guidon spécial à branches allongées, comme le buste reste droit, il faut tenir les bras constamment tendus. En outre le poids porté par la roue directrice devient trop faible : la machine tend à se *cabrer* et *dirige mal.*

Hauteur de selle. — Elle a une très grande importance et ne tolère pas des écarts aussi nets que ceux que l'on peut constater d'un cycliste à l'autre dans le pédalage direct.

Voici la règle que nous croyons la meilleure : le buste restant bien d'aplomb, chausser la pédale un peu plus (1 cm) que d'habitude mais non à fond, puis la pousser jusqu'à ce que la jambe et la cuisse soient *complètement* allongées. A ce moment la plante du pied doit avoir son orientation naturelle, celle de la position debout, perpendiculaire à la ligne genou-cheville.

Si en pédalant correctement *dans une côte,* c'est-à-dire en abaissant le genou à fond, on éprouve un tiraillement quelconque au talon, cela vient uniquement de ce que la pointe du pied est trop relevée : le tendon se trouve distendu. Il faut élever alors un peu la selle jusqu'à ce que toute gêne de ce genre disparaisse.

On peut sans doute en abaissant moins complètement le genou éviter la fatigue en question, mais alors on ne

pédale plus *correctement*. L'angle de chevauchement diminue : le rétropédalage perd partiellement ses qualités fondamentales.

Donc éviter absolument une position de selle trop basse.

De son côté la selle trop haute *oblige* à tenir la pointe du pied basse à la fin du coup de pédale, comme cela a lieu normalement dans le pédalage direct. Un cycliste non prévenu, retrouvant là ses conditions habituelles de travail, pourrait se croire bien placé et contracter ainsi une mauvaise habitude.

Sans doute l'inconvénient est faible tant que la résistance de la pédale est modérée comme en plaine, mais il devient grave dans les côtes car il entraîne rapidement la fatigue du mollet, et cela pour deux raisons : avec la pointe du pied basse — 1° le soléaire et les jumeaux sont très contractés, condition défectueuse pour produire de grands efforts, — 2° le *moment* de ces muscles est moindre que lorsque la plante du pied a son orientation naturelle, de sorte que la traction qu'ils doivent exercer sur le talon pour faire équilibre à la réaction de la pédale devient excessive.

Nous ne saurions donc trop recommander au débutant de bien observer sa hauteur de selle qui, judicieusement déterminée, assure au cycliste une *incomparable aisance*. Rien n'assouplit et ne délasse autant que de pouvoir à tout instant étendre complètement les jambes comme si la pédale n'existait pas et cela sans éprouver la moindre gêne du côté du talon.

Manière de pédaler. — Comme dans le sens direct, il y a en rétrograde diverses manières de pédaler se reliant les unes aux autres par une gradation continue. Nous croyons indispensable de faire ressortir nettement la différence profonde entre les deux extrêmes de la série : le coup de pédale *restreint* et le coup de pédale *ample*.

Pareille distinction dont on comprendra bientôt l'importance ne frappe pas l'esprit dès le premier jour, et il y a deux ans, au début de nos essais, après six semaines d'expériences journalières, nous en étions encore à croire que si d'une part le rétropédalage était indiscutablement avantageux dans les côtes, par contre il s'accommodait si peu d'une cadence rapide (80 tours à la minute et au delà) qu'en principe, à moins de prendre un très grand développement, on devait y renoncer pour les grandes vitesses en plaine et en descente.

Or cette idée était absolument fausse : elle résultait de ce que nos essais avaient été faits en pédalant sur tout terrain d'après le mode que la théorie indique pour les montées.

Rien n'est plus facile que de rétropédaler à cadence vive : il suffit de modifier le coup de pédale, en imitant le coup direct.

Coup de pédale restreint. — C'est celui que l'on doit pratiquer dès que la pédale résiste peu et que par suite la cadence des jambes est plus ou moins vive. Il ne diffère en rien, sauf le sens, de celui qui nous est familier dans les mêmes circonstances sur la machine ordinaire.

La plante du pied qui, au début, est à sa position naturelle, c'est-à-dire normale à la ligne genou-cheville, s'incline progressivement vers le bas jusqu'à la fin de la course, puis se relève lentement pour reprendre son orientation primitive au point de départ.

Il est essentiel de remarquer que plus l'inclinaison finale du pied sera prononcée, plus le genou se trouvera empêché de descendre vers le point le plus bas Y (fig. 6) qu'il aurait dû, vu la hauteur choisie pour la selle, atteindre si la plante du pied avait gardé constamment son orientation primitive relativement à la jambe.

Autrement dit : en abaissant plus ou moins la pointe du pied on restreint plus ou moins *à la fois* l'amplitude de

l'arc décrit par le genou qui reste alors constamment ployé, et la quantité dont s'ouvre l'*angle au genou,* c'est-à-dire, pour rappeler les chiffres déjà cités, que la rotation du fémur pourra être ramenée de 65° à 45° par exemple et celle de la jambe sur le fémur de 101° à 70°, ou enfin que le mouvement des deux leviers, grâce à une simple extension du pied, pourra être rendu *identique* à celui qui se produit dans le coup de pédale direct.

Dans ces conditions, pourquoi ne pourrait-on pas tourner aussi vite dans un sens que dans l'autre ? *A priori* on ne saurait en donner aucune raison : l'expérience seule peut trancher la question.

Or l'on constate, pourvu bien entendu que l'on s'y soit méthodiquement exercé, que la cadence peut être soutenue tout aussi vive dans un sens que dans l'autre. Et ce qui précède fait immédiatement comprendre que plus la cadence à soutenir sera rapide, plus il faudra abaisser la pointe du pied.

Sans doute, puisque le genou ne descend plus à fond, l'*angle de chevauchement* aura diminué, la contraction des grands muscles sera moins profonde, et ainsi disparaîtront partiellement certains avantages ; mais qu'importe en pareil cas ? La vitesse de marche est grande, la puissance du volant constitué par le cycliste et la machine est considérable : la question de l'angle mort a perdu à peu près tout son intérêt.

Donc, tant que la pédale n'oppose pas de résistance gênante, on doit pédaler en rétrograde comme en direct, la pointe du pied d'autant plus basse que la cadence est plus vive.

Coup de pédale ample. — C'est celui qui convient dans les côtes ou même en plaine quand le développement est considérable.

Il est extrêmement simple, mais, contrecarrant les habitudes acquises, il demande au début beaucoup d'attention pour être appliqué correctement.

Voici en quoi il consiste : maintenir *constamment* la plante du pied dans son orientation naturelle, c'est-à-dire ne faire aucun mouvement de cheville, et prolonger le coup de pédale *absolument à fond,* la jambe s'étendant complètement sur la cuisse.

Les figures 7 et 8 présentent comparativement les positions initiale et finale d'*une même jambe* dans le coup de pédale soit direct, soit rétrograde ample.

On a marqué par un gros trait les arcs utiles, c'est-à-dire ceux le long desquels la pédale est actionnée par le grand fessier. La différence de leur étendue dans les deux cas est frappante.

D'autre part les figures 9 et 10 montrent, pour les deux modes de pédalage, quelle est la position *simultanée* des jambes au moment où la pédale inférieure échappe à l'action des grands muscles. On voit que, dans le sens rétrograde, la jambe supérieure se trouve déjà en excellente posture pour agir énergiquement.

C'est au coup de pédale ample que s'appliquent plus spécialement les considérations précédemment exposées au sujet de l'angle mort. Nous n'y reviendrons pas.

Mais rappelons qu'en pareil cas le déplacement angulaire des deux leviers, cuisse et jambe, est beaucoup plus grand à égalité de manivelle que dans le sens direct, et cela explique la difficulté que l'on éprouve à soutenir une cadence vive avec le coup ample.

Tout se passe, en effet, comme si l'on pédalait avec une manivelle très longue. On sait qu'alors, et cela est facile à comprendre, la vitesse des jambes, c'est-à-dire le nombre pratique de tours à la minute, baisse notablement. Il semble assez difficile de dépasser beaucoup et pendant longtemps 60 tours à la minute, en produisant *réellement* l'extension complète. Mais lorsque les circonstances obligent à aller au delà, il suffit d'abaisser un peu la pointe du pied pour diminuer l'amplitude des mouvements qui pourront alors devenir sans peine plus rapides.

Suppression de l'essoufflement. — Le coup de pédale ample, nous l'avons vu, supprime totalement l'angle mort : aussi grâce à lui peut-on monter les côtes à une vitesse très faible que limite seule la condition d'équilibre de la machine : d'où possibilité de régler à sa guise le degré d'essoufflement.

Les poumons ont, en effet, pour rôle non seulement de fournir au sang artériel l'oxygène nécessaire aux combustions internes qu'entraînent soit simplement la vie, soit en même temps la production d'un travail mécanique, mais aussi et plus immédiatement encore de débarrasser le sang veineux de l'acide carbonique qui est drainé dans l'organisme par le système veineux et qui représente le principal déchet des combustibles internes.

Ainsi on essouffle instantanément un chien par une injection intra-veineuse d'acide carbonique : le malaise ne disparaît que par l'élimination assez rapide d'ailleurs du gaz nuisible par les poumons.

Pour réduire l'essoufflement au minimum la seule ressource est de réduire également au minimum la production d'acide carbonique. Or ce gaz se produit dans l'organisme à différents titres :

D'abord tous les organes, même au repos complet, en dégagent par suite du simple entretien de la vie. La quantité ainsi fournie et sur laquelle on est sans action est définie par le régime lent et régulier de la respiration pendant un sommeil tranquille.

En outre dans tout muscle en contraction, même simplement statique, les combustions internes s'exagèrent, comme le prouve l'élévation locale de température mesurable au thermomètre, et naturellement le dégagement d'acide carbonique y devient plus grand.

Mais tant qu'il n'y a pas production de travail mécanique, c'est-à-dire que le muscle ne s'allonge ou ne se raccourcit pas pendant la contraction, la différence avec l'état de repos est assez faible. C'est ainsi que l'on arrive

à activer assez peu la respiration en simulant le pédalage sur une machine fixe dont la roue motrice est calée et par suite les pédales immobilisées. En pareil cas, cependant, les *efforts* musculaires se produisent bien avec la même intensité et pendant le même temps que dans la marche réelle, mais les pédales ne se déplaçant pas, les contractions restent statiques.

Il en est tout autrement quand pour les mêmes efforts la contraction devient dynamique, c'est-à-dire que les pédales se déplacent.

Dans ce cas la différence du rythme de la respiration entre l'état de repos complet et l'état de travail est caractérisée pour ainsi dire uniquement par le nombre de kilogrammètres *par seconde* utiles ou non fournis à la machine.

Et cela en vertu du grand principe de la thermodynamique. Ces kilogrammètres en effet, ne sont autre chose que de la chaleur transformée en travail. Cette chaleur d'ailleurs, vu le rendement assez imparfait du moteur humain, n'est qu'une fraction assez petite de la chaleur totale produite par les combustions internes lesquelles, réglées par le système nerveux à la demande du travail à produire, donnent naissance, entre autres résidus, à l'acide carbonique agent spécial de l'essoufflement.

Tel cycliste dont les poumons seront tout juste capables, par exemple, d'éliminer l'acide carbonique produit au cours d'un travail mécanique de 15 kilogrammètres par seconde, se trouvera mis à mal bien vite dès qu'il cherchera à soutenir un train de travail supérieur.

Le débit d'élimination étant moindre que le débit de production, le sang artériel, incomplètement épuré par son passage dans les poumons, devient de plus en plus acide ; il acquiert alors la propriété d'anesthésier, de paralyser partiellement le système nerveux, lequel commande les contractions musculaires, faisant ainsi l'office de régulateur.

Aussi le cycliste qui s'obstine à vouloir dépasser son train normal de travail doit-il faire des efforts considérables de volonté : d'où dépense et fatigue nerveuses excessives.

Tout ce qui précède exprime le malaise que l'on éprouve fatalement aujourd'hui dans la montée à bicyclette des côtes dures et longues. Dès que les muscles secondaires surmenés sont devenus incapables de suppléer les grands muscles pour le passage de l'angle mort, il faut de toute nécessité passer le mauvais pas par vitesse acquise, c'est-à-dire *entretenir* une vitesse de marche plus grande, autrement dit produire plus de travail mécanique par seconde, en fin de compte s'essouffler.

Constance de l'effort. — Nous avons décrit deux manières de pédaler très distinctes dans leurs effets quoique ne différant dans le fond pour le cycliste que par l'inclinaison donnée à la plante du pied. En réalité, dans la pratique, dès qu'on est un peu exercé, on passe de l'une à l'autre et par tous les intermédiaires, d'instinct, sans y penser, et c'est ce qui explique une qualité très curieuse du pédalage rétrograde : la constance de l'effort musculaire malgré des variations assez nettes de la résistance de la machine.

Ainsi vous marchez en plaine à la vitesse de 20 km : coup de pédale restreint. Le travail à fournir à la machine est de 10 kilogrammètres par tour, par exemple, avec le développement employé.

Une côte à pente de 1,5 p. 100 se présente : le travail par tour, c'est-à-dire l'effort, devient 14 au lieu de 10. Dans le sens direct, de quelque façon que vous pédaliez il faudra absolument que votre *effort* s'élève dans la même proportion.

En rétrograde, au contraire, en attaquant la pente passez brusquement au coup de pédale ample, mais *sans pousser plus fort*. Aussitôt, nous le savons, la contrac-

tion des grands muscles devient nettement plus profonde, le genou s'effondre sous vous pour ainsi dire. Par suite le travail *mécanique* fourni croîtra en proportion et à votre insu : bref par le simple changement du coup de pédale vous franchissez la déclivité en question sans ressentir l'augmentation de résistance (1).

Le cycliste a donc à sa disposition un véritable *changement de vitesse* à petite échelle bien entendu, mais fonctionnant automatiquement. Aussi la marche en pays très légèrement ondulé paraît-elle, avec un seul développement, plus aisée, plus régulière, plus naturelle. On n'a plus comme actuellement dans les jambes un niveau de haute précision vous signalant à chaque instant de façon toujours désagréable les moindres variations de pente.

Choix du développement. — Nous avons vu déjà que d'une façon générale le coup de pédale *ample* légitime une augmentation de développement de 20 p. 100 environ.

Naturellement on ne saurait en conclure, comme le feront assurément de jeunes cyclistes, que les vitesses réalisables devront croître elles aussi de 20 p. 100.

Dans les deux types de machines, rétro ou directe, en effet, c'est le même moteur qui produit le travail au moyen des *mêmes* muscles, sous une forme il est vrai plus rationnelle, plus physiologique, en rétrograde. Mais comme la résistance même de la machine est en principe indépendante du sens de la rotation, il serait vraiment bien illusoire d'escompter autre chose qu'une légère amélioration du rendement. Seules des courses sur piste maintes fois répétées et sans entraîneurs seront capables de trancher, entre les deux modes, la question de suprématie au point de vue de la vitesse maximum.

---

(1) C'est la *prolongation* du même effort qui constitue ici l'augmentation de travail et non plus *l'accroissement* de cet effort, comme dans la rotation directe.

Le résultat quel qu'il soit n'aurait pas assurément un intérêt bien immédiat au point de vue du tourisme : en tout cas de telles épreuves seraient, croyons-nous, mieux appréciées par un public intelligent que les absurdes courses avec entraînement mécanique qui relèvent beaucoup plus de l'acrobatie que du sport.

Au sujet du développement rectifions ici une opinion que nous avons jadis émise dans la *Revue du Touring,* au début de nos essais, et qui se trouve reproduite dans le rapport relatif au dernier concours du Touring Club.

Nous disions : « Sans doute, à égalité de développement, une machine à sens direct enlèverait un raidillon à pente très dure devant lequel la rétro devrait capituler, et naturellement beaucoup croiront pouvoir conclure de là à l'infériorité de cette dernière dans tous les cas. »

Or aujourd'hui nous sommes arrivé à franchir, non sans peine il est vrai, avec $3^{m},65$ rétro, divers raidillons de 30 à 200 m qu'il nous avait toujours été jusqu'à ce jour impossible de passer avec 3 m direct.

L'erreur commise provient de ce que dans les premiers essais le corps gardait, inconsciemment d'ailleurs, sa position normale en selle. Dans ces conditions on ne peut que très incomplètement s'aider en tirant sur le guidon comme cela est nécessaire dès que la pente est assez dure pour que le poids entier du corps n'arrive plus à déplacer la pédale à lui seul.

Nous avions songé alors à rejeter le buste le plus possible en arrière comme on le fait actuellement lorsqu'on doit contre-pédaler très énergiquement dans une descente. On arrive ainsi à gravir au prix d'une grande attention, une pente de 14 p. 100 au maximum avec développement de 3 m, alors que l'on peut aller plus loin encore, sur un très court trajet bien entendu, avec 3 m direct.

La solution est bien simple : grimper franchement sur

les pédales. Dans ce cas la position d'équilibre est celle pour laquelle les épaules viennent se placer (en profil) sur le prolongement de la réaction de la pédale. Or en rétrograde cette réaction est plus inclinée vers l'avant qu'en direct, surtout au début du coup de pédale, ce qui se conçoit aisément : par suite les épaules qui, en direct, prennent presque la position voulue par une simple inclinaison du buste, doivent dans l'autre cas se déplacer plus en avant.

Bref, il faut vider presque complètement la selle, ce qui n'est pas nécessaire en direct.

Sans doute une telle position n'est pas très confortable. Mais on n'aura jamais à la prendre que pour un temps très court vu les efforts extrêmes qu'il faut faire pour soulever à fond alternativement avec l'une et l'autre jambe un poids supérieur à celui du corps.

Quoi qu'il en soit, même dans ces conditions, l'angle mort est nul. On peut en effet, le frein étant serré à fond, pédaler ainsi de façon lente et sans saccades sur une machine fixe, débarrassée de sa selle pour plus de commodité. Aussi l'escalade de raidillons très durs peut-elle se faire à allure relativement assez lente pour empêcher l'époumonement, inévitable et immédiat en pareil cas avec la rotation directe.

Bref la rétro, même pour l'exécution de simples tours de force, et à égalité de développement tout au moins, laissera sûrement la directe loin derrière elle : Il serait intéressant de voir des acrobates en faire l'expérience.

MACHINES

L'idée qui vient le plus naturellement à l'esprit lorsqu'on se propose de renverser sur une bicyclette le sens de la rotation des pédales est de faire inverser, sur une machine à pignons d'angle, le point d'attaque du pignon, à l'une des extrémités de l'arbre.

La chose a été réalisée dans notre première machine d'étude par la maison Peugeot en réunissant la moitié avant d'une sans chaîne « Oméga » à la moitié arrière d'une sans chaîne Peugeot.

Peu de temps après, un de nos anciens camarades, le capitaine d'artillerie en retraite de Viviès, qui de son côté étudiait le rétropédalage, a songé à une transformation très simple de la machine à chaîne qu'il a fait exécuter à Montluçon.

Il suffit de prolonger la patte droite de la fourche arrière du cadre, et d'y fixer par un écrou de pression une poulie dont la gorge soit bien dans le plan de la chaîne. Celle-ci s'enroule alors sur les pignons et la poulie comme l'indique la figure 11.

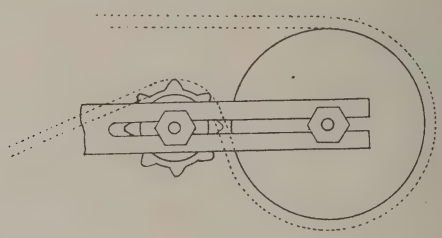


Fig. 11.

Dispositif de Viviès.

Pareille transformation est assurément très simple : il suffit même d'enlever la poulie et de replacer la chaîne ordinaire pour revenir en quelques instants à la machine primitive. Malheureusement cela n'est applicable qu'aux machines d'ancien modèle : sur celles du type courant actuel le brin de chaîne inférieur vient rencontrer le tube de fourche qui doit alors être coudé en conséquence.

D'autre part, la chaîne ne fait prise sur le pignon de la roue motrice que par quelques mailles : les sautes de chaîne et les coincements entre la poulie et le pignon sont alors à craindre surtout si la chaîne est un peu détendue, et si le coup de pédale est saccadé.

MM. Magnat et Debon, constructeurs à Grenoble, ont repris la même idée au commencement de 1902, mais en y ajoutant des améliorations notables.

La chaîne (fig. 12) est renversée au moyen de deux pignons de renvoi ayant même denture que les pignons de transmission. De cette façon, la chaîne se trouve très exactement guidée, et en outre, fait prise sur le pignon de roue par une demi-circonférence entière : les glissements ne sont alors plus possibles. Enfin, pour bien as-

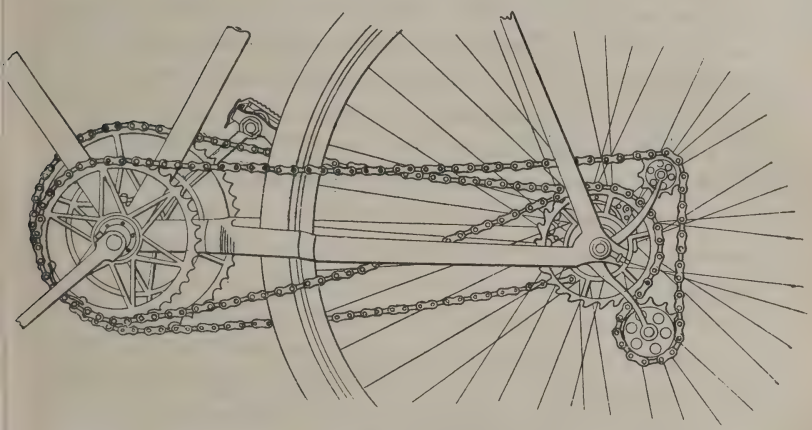


Fig. 12.

surer à toutes les vitesses et dans les deux sens de rotation le passage des maillons du pignon de roue au pignon de renvoi le plus voisin, ce pignon de roue, monté d'ailleurs en roue libre, a reçu une forme de denture spéciale.

Nous avons expérimenté ce dispositif pendant huit mois sur des milliers de kilomètres et dans les conditions les plus diverses. Le fonctionnement de la chaîne reste satisfaisant à toutes les allures et, dans tous les sens de rotation, le passage des maillons se fait de façon absolument régulière.

Machines à deux vitesses.

Au concours de bicyclettes de tourisme du Touring-Club, la Commission a eu à examiner trois modèles différents.

Ils étaient tous trois du type dit « rétro-direct », type qui assurément est aujourd'hui le plus indiqué. Actuellement, en effet, la totalité des cyclistes pour ainsi dire ignore le rétropédalage, et bien peu sans doute se risqueraient sans essais préalables à faire l'acquisition d'une « rétro-rétro », c'est-à-dire d'une machine dont les deux vitesses seraient rétrogrades, machine qui sans doute sera préférée et demandée plus tard.

La rétro-directe rend au contraire l'apprentissage très facile, et en outre, jouit d'une qualité très spéciale : c'est sa grande simplicité de construction. Aucun mécanisme de changement de vitesse, par suite ni embrayages ni débrayages souvent hésitants, ni tringles de transmission encombrantes et souvent faussées ou déréglées.

Ces trois machines sont à deux chaînes et à roue libre aux deux vitesses, ce qui est d'ailleurs *obligé*. La grande vitesse est directe et établie exactement comme dans la machine commune ; la petite vitesse est rétrograde. C'est la solution juste, car les avantages du rétropédalage sont beaucoup plus sensibles en côte qu'en plaine. Toutefois, le dispositif inverse est immédiatement réalisable, les deux vitesses étant libres.

Le passage d'un développement à l'autre se fait automatiquement, sans manœuvrer aucun levier, par le simple renversement du sens de la rotation des pédales. Aussi se fait-il dans la pratique à tout propos et d'instinct : ainsi on démarre sur la petite vitesse, puis après deux ou trois tours de pédale, on prend le grand développement. Le changement peut même se faire à chaque coup de pédale, c'est-à-dire que les jambes peuvent sim-

plement osciller comme sur les machines à levier, mais ce n'est guère là qu'un amusement.

Les trois machines du concours ne diffèrent en somme que par le mode de renversement du mouvement des pédales sur la petite vitesse. Voici les trois solutions présentées.

A) Rétro-directe « Hirondelle ». — Le renversement est obtenu comme l'indique la figure 13. Le moyeu porte une roue dentée B à roue libre qui engrène avec la roue dentée A montée sur un axe secondaire, relié à la fois au cadre et à l'axe de la roue motrice.

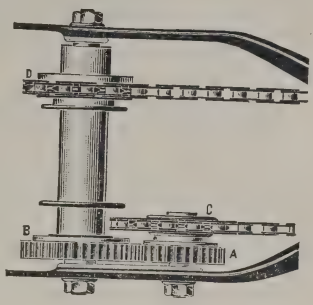


Fig. 13.

Cette roue A fait corps avec un pignon denté C qui reçoit la chaîne disposée sur des pignons exactement comme celle du côté direct D (fig. 13, 15 et 16).

B) Rétro-directe « Magnat-Debon ». — Elle ne diffère de la précédente que par la position du couple d'engrenages renverseur qui se trouve au pédalier (fig. 14).

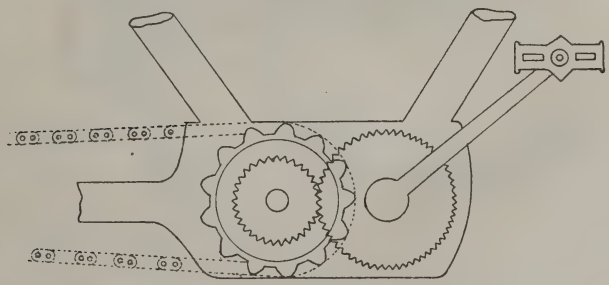


Fig. 14.

Au point de vue de la résistance, ce dispositif paraît théoriquement préférable au précédent, car son axe se-

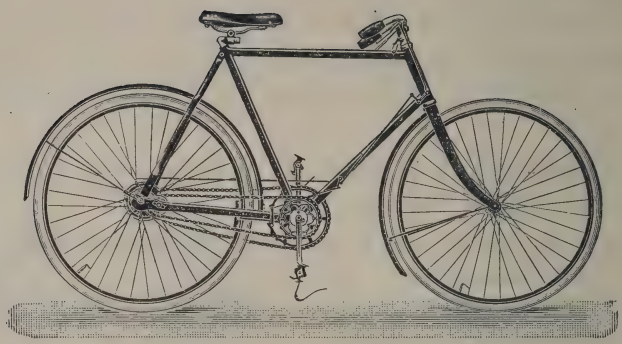


Fig. 15. — Bicyclette rétro-directe « Hirondelle ».

(Vue d'ensemble.)

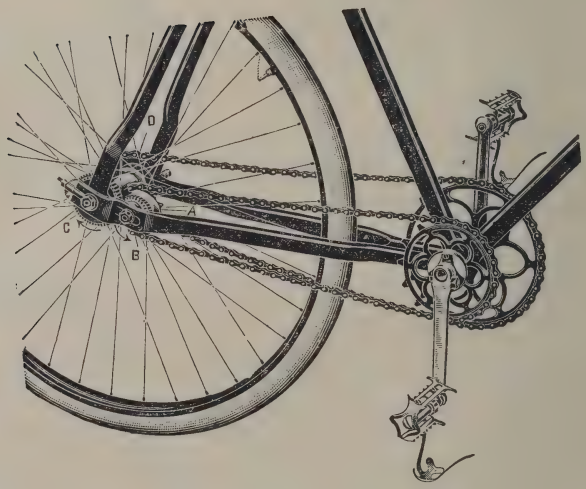


Fig. 16. — Bicyclette rétro-directe « Hirondelle ».

(Vue d'ensemble de la transmission.)

condaire se trouve soutenu à ses deux extrémités et par la partie la plus rigide du cadre. Dans l'autre, au contraire, cet axe a l'une de ses extrémités en l'air.

Toutefois le modèle « Hirondelle » a supporté l'épreuve sur route du concours, sans trace de fatigue.

L'autre a malheureusement dû être éliminé du classement parcequ'il n'a pas pris part à l'épreuve, le coureur désigné ayant fait défaut au dernier moment.

On peut reprocher aux types A et B les défauts suivants :

1° Comme dans toutes les machines à deux chaînes actuelles, le réglage de la tension de chaîne se fait simultanément pour les deux chaînes par déplacement de l'axe de la roue motrice. L'accord de tension des chaînes ne peut donc être parfait que si les longueurs des chemins de chacune d'elles diffèrent entre elles d'un multiple exact du pas de chaîne.

Or, le calcul montre que cela ne peut se produire que si les développements choisis sont peu différents : dans le cas contraire, on doit recourir à l'emploi de pignons de dimensions spéciales. Aussi est-il à craindre qu'un constructeur peu consciencieux, ayant choisi ou accepté deux développements ne donnant qu'une concordance insuffisante, masque ce défaut en remplaçant l'une des chaînes par une autre de pas légèrement différent et sans modifier en conséquence le pas des pignons de cette chaîne.

La concordance sera ainsi obtenue pour l'œil mais au prix d'une friction continuelle des maillons sur les pignons pendant la marche.

2° Quand on pédale sur la petite vitesse, c'est-à-dire en rétrograde, la transmission de travail se fait de la pédale au pignon de roue par deux intermédiaires : la chaîne et le couple de pignons renverseur.

Il y a donc deux transmissions *superposées,* d'où augmentation de perte par transmission d'au moins 2 p. 100

du travail utile, et sous la condition que les engrenages soient en bon état, bien réglés et bien graissés.

Il serait préférable que cette perte, que l'on retrouve d'ailleurs sur toutes les machines à deux vitesses directes et à une seule chaîne, se produisît à la grande vitesse et non à la petite avec laquelle le cycliste doit généralement dépenser une grosse somme de travail. Malheureusement la chose n'est pas ici possible.

C) Rétro-directe à chaîne renversée Magnat-Debon. — La petite vitesse rétro est obtenue par le renversement de chaîne qui a été précédemment décrit (fig. 12).

Remarquons d'abord que sur ce type la tension de chaque chaîne est absolument indépendante de celle de l'autre. Pour tendre la chaîne rétro, il suffit de desserrer l'écrou d'axe, faire tourner le V porte-pignons de renvoi, puis resserrer l'écrou. La question de l'accord des chaînes disparaît et l'on peut donner à la machine de part et d'autre des développements absolument quelconques sans aucune restriction.

Quant aux résistances passives supplémentaires, à première vue elles paraîtront peut-être plus grandes dans ce type que dans les deux précédents, à cause du parcours contourné de la chaîne rétro. Or c'est l'inverse qui a lieu. Examinons les deux cas possibles et comparons.

1° *Marche à la grande vitesse* (*directe*). — Sur le type C, les résistances supplémentaires comprennent :

a) les frottements du pignon de roue tournant sur son noyau, ou la résistance de la roue libre tournant à vide du côté de la petite vitesse ;

b) l'effort nécessaire pour faire tourner à vide, c'est-à-dire *sans tension,* la chaîne renversée sur ses quatre pignons, autrement dit la *raideur* de cette chaîne.

Sur le premier point les trois machines s'équivalent rigoureusement, car en principe le fonctionnement de la roue libre y est identique.

Pour le second, la raideur de la chaîne renversée est assurément plus grande que celle des chaînes ordinaires de A et B, mais sur ces deux derniers modèles, *en outre* de la chaîne, le renverseur tourne lui aussi à vide et absorbe ainsi un certain travail de sorte qu'il est fort possible que l'équivalence soit complète.

D'ailleurs, des expériences faites par une méthode à la fois très simple et très précise(1) nous ont permis de mesurer la raideur des chaînes. Nous avons trouvé qu'à la vitesse de rotation de 60 tours à la minute au pédalier, la raideur de chaîne, avec des maillons bien graissés, augmente la résistance de la machine de :

$1^{gr},16$ avec chaîne directe ;

$2^{gr},90$ avec chaîne renversée.

On peut tripler ces chiffres pour passer au cas normal de route où les chaînes sont sèches, ce qui donne : $4^{gr},5$ et $7^{gr},5$.

Comme d'autre part la résistance totale de la machine oscille en pratique entre 2 kg (vitesse 20 km en plaine) et 8 kg (vitesse 7 km ; rampe 10 p. 100), on voit que la raideur de chaîne n'a dans les deux cas qu'une importance absolument négligeable.

Bref, le type C est pratiquement équivalent aux types A et B pour la grande vitesse.

2° *Marche à la petite vitesse* (*rétrograde*). — A la petite vitesse, au contraire, sa supériorité est très nette. Sur A et B en effet, comme nous l'avons déjà dit, la force passe par deux transmissions *superposées :* d'où une augmentation de la résistance de la machine de 2 p. 100 environ, c'est-à-dire variant de 40 à 160 gr dans les deux cas extrêmes déjà indiqués.

Sur C au contraire la transmission est simple, par chaîne renversée il est vrai. Mais il est essentiel de remarquer que sur cette chaîne c'est le brin inférieur *seul*

(1) Voir le *Cycliste* de mars et d'avril 1902.

qui se tend et par suite transmet le travail, de sorte que la perte du travail *par transmission* est exactement la même qu'avec la chaîne ordinaire.

Nous ajouterons enfin que le type C ne comporte aucun engrenage, ce qui est une qualité de premier ordre. Sur une bicyclette, en effet, il suffit qu'un engrenage soit mal réglé, mal graissé, fût-il d'ailleurs construit avec le plus grand soin, pour subir rapidement des dégradations entraînant le remplacement des pignons.

Établie avec des roues libres à cliquets de grand diamètre, la rétro-directe à chaîne renversée constitue une machine robuste, simple, susceptible de supporter les plus dures épreuves du tourisme.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION

Le rétropédalage a été imaginé plus spécialement dans le but de rendre plus pratique la montée des côtes.

A ce point de vue, il permet au cycliste un peu exercé et muni d'un développement convenable de gravir des rampes quelconques une seule main au guidon et à la vitesse la plus réduite que permette la condition d'équilibre de la machine. C'est dire que l'on est maître d'éviter tout essoufflement.

Pour la marche, soit en plaine, soit en côte, le développement peut être de 20 p. 100 environ supérieur à celui des machines actuelles sans demander un *effort* plus grand aux muscles moteurs.

Enfin, grâce à la simplicité extrême et à la continuité du coup de pédale, la marche, sans rien perdre de sa vitesse, paraît nettement plus aisée, plus naturelle.

Rien n'est plus facile que d'établir dès aujourd'hui des machines à une seule vitesse à rétropédalage, mais ce n'est là qu'une solution incomplète pour notre époque. Le récent concours du Touring-Club de France a mis

en effet en vedette divers modèles de *rétro-directes,* machines à deux vitesses pour lesquelles le changement de développement se fait automatiquement par le simple renversement du sens de la rotation des manivelles. C'est le petit développement qui est « rétro ».

Les deux modèles qui ont pris part à la course du concours ont parfaitement supporté l'épreuve, tout aussi bien que les meilleures machines directes à deux vitesses.

Quoique montés par des cyclistes peu habitués à l'ascension des côtes, seul cas où l'on eut recours au rétropédalage, tous deux se sont classés seconds dans leur série sur 14 et 15 concurrents.

Ces machines se prêtent aussi très aisément à l'éducation des cyclistes non initiés au rétropédalage : leur construction d'ailleurs se trouve fort simplifiée par la suppression de tout mécanisme de changement de vitesse.

Elles paraissent constituer aujourd'hui, au point de vue du tourisme, la solution à la fois la plus simple, la plus complète et la plus pratique.

A l'heure actuelle, après deux années d'usage continu du rétropédalage, dans les conditions les plus diverses, nous croyons que tout cycliste qui en fera l'essai suivi et raisonné sera amené à abandonner le pédalage direct (1).

Nous pensons avoir montré dans les pages précédentes, que cette opinion ne repose pas sur de simples impressions et nous espérons avoir présenté à l'appui de notre manière de voir des explications mécaniques et physiologiques de nature à fixer l'attention de tout cycliste éclairé.

PERRACHE,
Capitaine d'artillerie territoriale.

(1) Il s'agit bien entendu de cyclistes pédalant en terrain *très accidenté* et non en plaine où toutes les machines sont *supportables.* (*N. d. l. R.*)

CURIOSITÉS CYCLISTES

CHANGEMENTS DE VITESSE

(*Suite* [1].)

BICYCLETTE SANS CHAINE
LA « TOURICYCLETTE » A DEUX VITESSES

Cette machine très originale diffère essentiellement par presque toutes ses dispositions des divers types existant actuellement.

Ses caractéristiques principales sont :

Le changement de vitesse avec *roue libre aux deux vitesses,* les roulements du système *à trois points de contact* avec cône fixe et cuvette mobile, l'assemblage des manivelles *par expansion,* la forme des *carters* et le frein central *à contre-pédale.*

Les efforts supportés par les roulements dans les machines sans chaîne étant très considérables, toutes les pièces ont dû être fixées avec beaucoup de précision et de solidité ; en outre, pour supprimer les *porte-à-faux* et remédier aux déformations *temporaires ou permanentes* qui sont la pierre d'achoppement des machines à engrenages, on n'a employé que des pignons servant en même temps de *cuvettes de roulement.*

---

(1) Voir *Revue d'artillerie,* t. **61**, novembre 1902, p. 130.

Dans ces conditions, les défauts de montage ou les avaries de la route n'ont plus d'action sur les pignons, qui continuent toujours à *tourner rond* et à engrener correctement, les arbres pouvant au contraire avoir du *faux rond* sans qu'il en résulte aucun inconvénient.

Le démontage complet s'exécute très facilement et *sans déréglage* de la machine avec les clefs transportées dans la sacoche. Cela tient à l'emploi constant du *serrage à collier sur partie lisse* qui permet de manœuvrer facilement les cônes quand le collier est desserré et qui donne d'autre part un bloquage complet et un centrage exact en même temps qu'un réglage précis, le serrage s'effectuant de l'extérieur sans que les cônes puissent bouger.

L'assemblage des manivelles par expansion, très simple et très solide, permet de les démonter facilement sans outil spécial et de les retourner au besoin pour le transport en chemin de fer.

Les *carters,* assemblés comme toutes les autres pièces par collier, sont absolument *étanches,* très robustes (ce qui est rare), faciles à ouvrir et à fermer. Des rondelles en feutre gras empêchent la poussière de pénétrer par les orifices de sortie des arbres. Des fenêtres permettent de voir, et de régler par suite avec précision, l'engrènement des pignons.

Le frein à contre-pédale, placé au pédalier, se manœuvre au moyen d'un encliquetage fixé sur l'arbre pédalier. Pour assurer à cet encliquetage une résistance suffisante, on lui a donné un diamètre considérable, ce qui a conduit à employer un axe creux, disposition avantageuse au point de vue de la bonne utilisation du métal et facilitant pour les manivelles l'emploi du système de fixation par expansion.

Enfin un mode d'assemblage spécial de la roue arrière permet, par le desserrage d'un seul boulon, d'enlever la

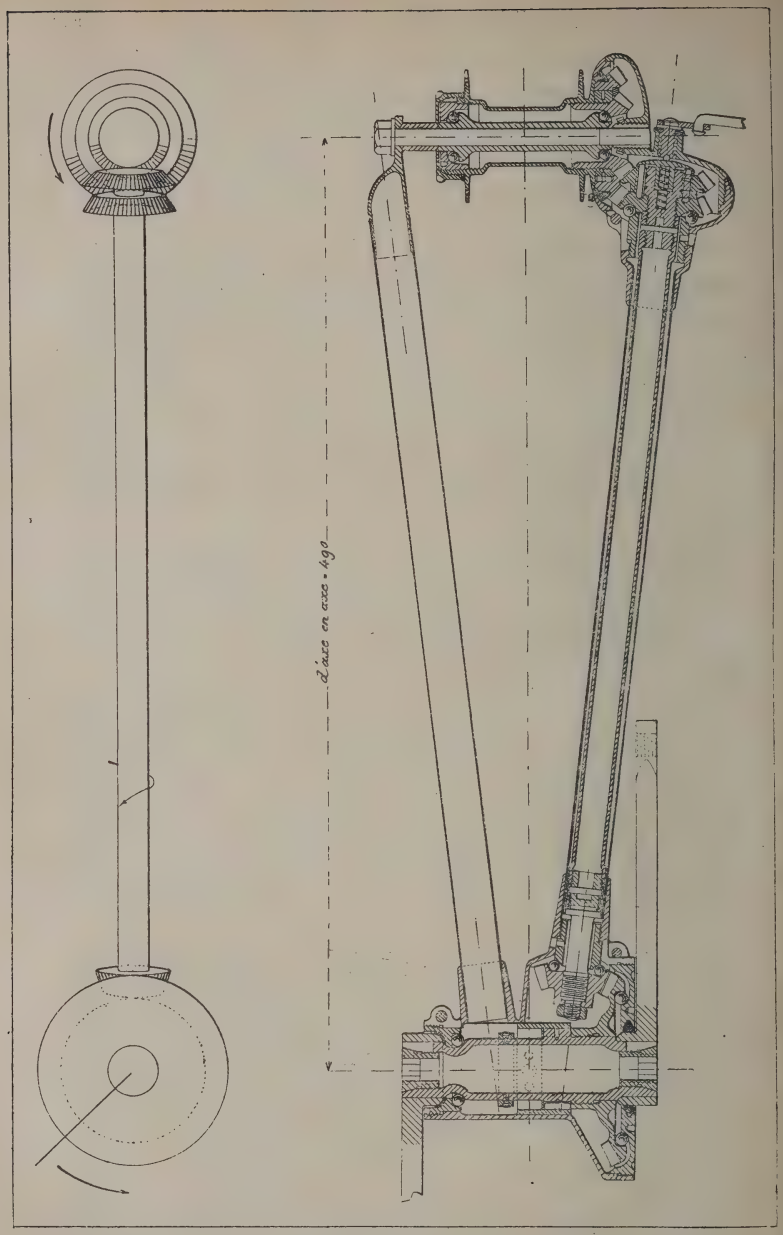


Fig. λ. — Bicyclette « La Touricyclette ».

(Ensemble du pédalier et du moyeu arrière.)

chambre à air et l'enveloppe pour les remplacer ou les réparer, sans sortir la roue du cadre, ce qui rend l'opération singulièrement plus facile pour le touriste.

Description de la machine.

La figure d'ensemble λ montre comment est agencée la transmission par engrenages que le constructeur a placée à gauche de la machine contrairement à l'usage général, mais sans que cela présente du reste aucun inconvénient (1).

Le grand pignon de l'arbre pédalier attaque à la façon ordinaire un arbre longitudinal qui transmet le mouvement à la roue motrice au moyen d'un train d'engrenages formé de quatre pignons d'angle.

Pédalier.

Axe du pédalier. — L'axe creux A du pédalier (fig. μ) porte — à chaque extrémité un *six-pans* extérieur, fendu par trois traits de scie à 120°, et un filetage intérieur, — en son milieu l'encliquetage J du frein à contre-pédale, — enfin à gauche un filetage pour recevoir le *pignon-cuvette* C.

Manivelles. — Les manivelles s'emmanchent sur le six-pans de l'axe pédalier par un œil hexagonal. Une vis B, s'engageant à l'intérieur de l'axe creux A, porte une partie conique qui force les parties fendues du six-pans à venir faire expansion contre l'œil de la manivelle et maintient ainsi cette dernière d'une façon extrêmement solide (2).

Grand pignon. — Le grand pignon C a un diamètre

---

(1) Il y a même plutôt avantage à adopter cette disposition qui supprime la torsion de l'arbre pédalier quand le cycliste monte ou descend par la pédale.

(2) On peut remarquer en passant que ce système permet de faire occuper six positions différentes à la manivelle et de répartir ainsi l'usure du pignon sur tout son pourtour.

de 100 mm, ce qui permet de ne pas lui imposer une fatigue excessive. Il roule sur des billes de gros diamètre (6 mm). En outre, l'organisation du roulement est telle que l'usure par *pivotement de la bille* se produit exclusi-

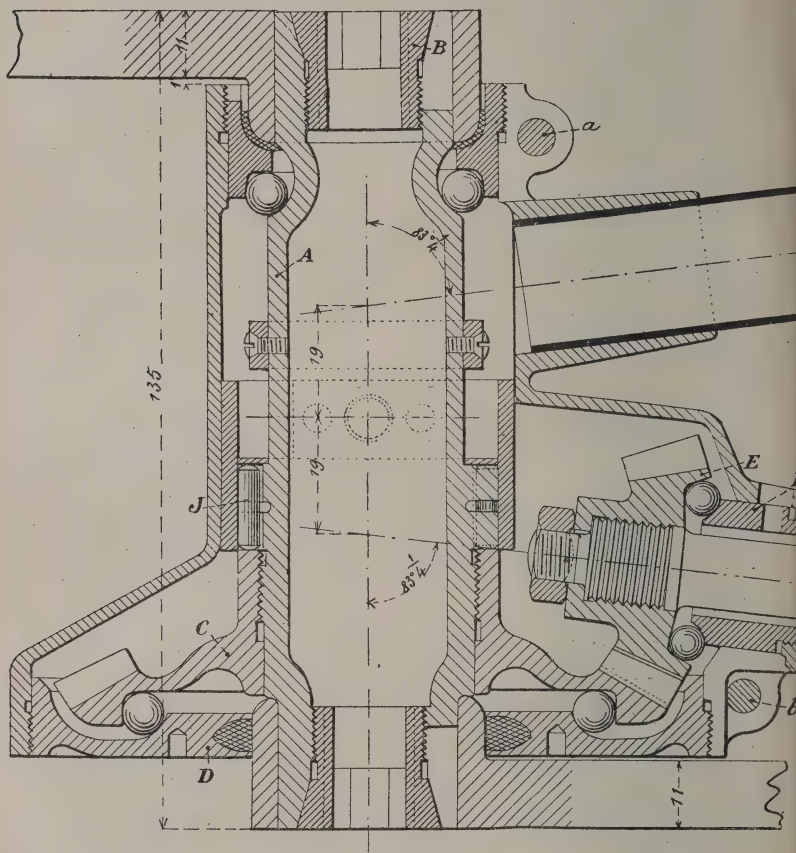


Fig. μ. — Pédalier.

vement sur le *pignon-cuvette,* sur la surface duquel on peut la répartir [1], tandis que le plateau-cône D ne sup-

(1) Voir la note (2) de la page 229.

porte que des efforts de roulement, disposition très favorable à sa conservation (1).

Petit pignon. — Le petit pignon E vissé à l'extrémité de l'arbre est également un *pignon-cuvette ;* son cône de réglage F porte d'une part un filetage qui permet de le déplacer et d'autre part une partie lisse sur laquelle s'effectue le serrage du collier.

Carter. — Le *carter* présente — dans sa partie centrale inférieure un passage pour la vis de commande du frein à contre-pédale — à droite une vis *a* qui sert à bloquer la cuvette droite du pédalier — à gauche une vis *b* permettant d'immobiliser *simultanément* les cônes du grand et du petit pignon.

Changement de vitesse.

Le changement de vitesse est du système à *transmissions juxtaposées,* à *engrenages toujours en prise* avec roue libre à chaque vitesse.

On comprend que dans ces conditions, c'est la grande vitesse qui doit normalement fonctionner ; on a alors la grande vitesse avec roue libre.

Si maintenant on vient, par un artifice quelconque, à supprimer toute liaison entre l'arbre de transmission et les pignons de grande vitesse, c'est la petite vitesse qui entrera en jeu et qui fonctionnera également en roue libre.

On voit que dans aucun cas on ne se trouve avec une roue folle, le fait que la roue est folle constituant un danger assez sérieux pour le cycliste, même quand cela ne se produit que pendant un temps relativement court.

La figure ν représente, en coupe horizontale, l'arrière de la transmission et le changement de vitesse.

---

(1) M. Bourlet a démontré que, pour obtenir ce résultat, il suffit que la corde de contact de la bille avec la cuvette passe par le sommet du cône de roulement. (Voir *La bicyclette, sa construction et sa forme,* p. 220.)

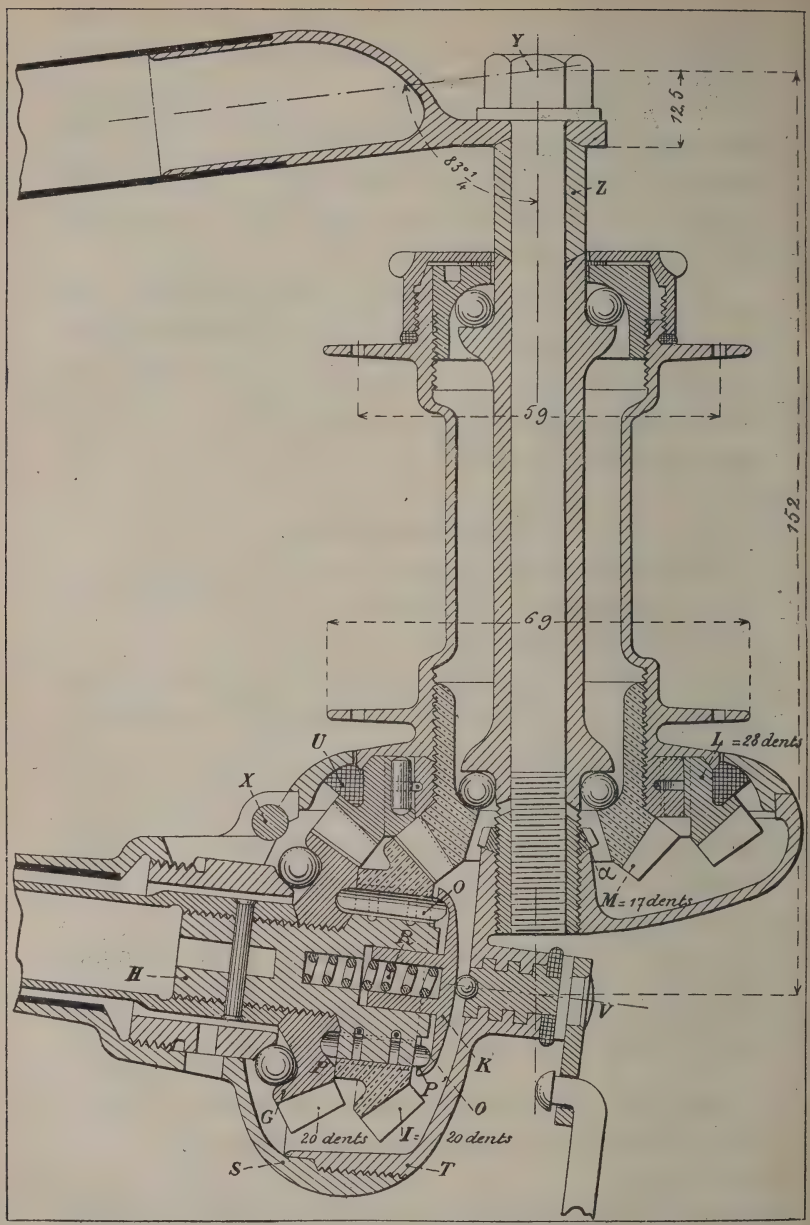


Fig. v. — Arrière de la transmission et changement de vitesse.

G est un *pignon-cuvette* vissé sur la pièce H, solidaire de l'arbre de transmission ;

L est l'autre pignon de petite vitesse toujours en prise avec G et actionnant le moyeu arrière au moyen d'un encliquetage ;

I est un pignon de grande vitesse, monté sur l'arbre de transmission au moyen de l'encliquetage OO ;

M est le deuxième pignon de grande vitesse lequel est solidaire du moyeu arrière ;

K est un poussoir, à tête en forme de cuvette, que la vis V peut forcer à pénétrer dans la pièce H malgré la résistance du ressort R, et qui pince alors les galets O entre la surface inclinée P du pignon G et la surface inclinée P′ de la cuvette K, ramenant ainsi les galets vers l'axe et les maintenant au fond de leurs logements dans l'encliquetage, ce qui supprime momentanément l'action de ce dernier et rend *fou* le pignon I.

Grande vitesse. — En temps ordinaire l'arbre de transmission entraîne au moyen des galets O le pignon I de grande vitesse qui actionne alors le pignon M solidaire de la roue arrière et l'on obtient ainsi la grande vitesse.

Le pignon G solidaire de la pièce H entraîne bien en même temps le pignon L, mais en raison de l'interposition d'un encliquetage entre ce pignon L et le moyeu, le pignon L n'a pas d'action sur le moyeu qui tourne plus vite que lui (M étant par hypothèse le pignon de grande vitesse).

Petite vitesse. — Au contraire quand au moyen d'une tringle de commande on fait tourner la vis V, l'extrémité de cette vis refoule le poussoir K vers la pièce H ; la cuvette du poussoir ramène les galets O au fond de leurs logements et l'encliquetage intérieur du pignon I cesse de fonctionner. Ce pignon devient alors *fou* sur l'arbre de transmission et c'est le pignon G seul qui, par l'inter-

médiaire du pignon L et de son encliquetage, actionne la roue arrière. On obtient ainsi la petite vitesse.

En pareil cas le pignon I est animé par rapport à la pièce H d'un mouvement relatif de rotation qui correspond à la différence entre la grande et la petite vitesse.

On voit qu'en petite comme en grande vitesse on se trouve toujours en roue libre.

Système d'encliquetage. — Quant au système d'encliquetage il comporte des galets qui peuvent constamment rouler sur eux-mêmes, ce qui assure une usure uniforme sans production de méplat et par suite sans coincement possible. Ces galets, comme on le voit figure ν, reposent sur la pièce R par l'intermédiaire de deux bagues fendues en acier à ressort qui tendent à les écarter constamment de l'axe et à les mettre en prise avec le pignon I en les faisant pénétrer dans des logements ménagés à l'intérieur de ce dernier pignon.

Lorsque les galets sont en prise ils se trouvent pincés de trois côtés, comme une bille dans un roulement à trois points de contact; ils sont pris entre deux ergots et le noyau de la roue libre et fonctionnent alors comme une simple cale interposée entre trois butoirs (1).

---

(1) Ce système, qu'on pourrait appeler encliquetage *à rouleaux par arc-boutement,* est un peu plus compliqué que les encliquetages ordinaires *à billes ou à rouleaux* qui fonctionnent par *coincement,* mais avec lui il n'y a plus à craindre les non-fonctionnements par *échappement* ou les pressions excessives qui détériorent les rouleaux et leurs appuis. Le fonctionnement se faisant par arc-boutement est toujours assuré et, d'autre part, on peut donner aux rouleaux des surfaces d'appui suffisantes, de façon à ne pas compromettre leur solidité. Ce genre d'encliquetage paraît donc supérieur aux autres et même aux *cliquets* proprement dits dont l'axe est toujours plus ou moins fragile. Toutefois il est resté jusqu'ici assez peu connu et surtout peu employé.

Il peut d'ailleurs fonctionner de deux façons différentes, soit comme nous l'avons indiqué, les galets s'effaçant du côté de l'axe, sous l'action d'un mécanisme manœuvré par le cycliste, soit au contraire les galets s'effaçant *automatiquement* en s'éloignant de l'axe.

Carter. — Le carter arrière se compose :

D'une partie fendue S solidaire du cadre, laquelle porte le cône du pignon-cuvette G ;

D'une partie T placée à l'intérieur de S et s'assemblant avec S au moyen d'un écrou à filets interrompus semblable à l'écrou de culasse des canons à fermeture à vis ;

D'une bague U qui sert à assurer la clôture.

Lorsqu'on serre le boulon X, les oreilles sur lesquelles agit ce boulon forcent d'abord la partie rétrécie de S à faire pression sur le cône de réglage du pignon-cuvette G, puis elles agissent sur la partie large de S laquelle comprime et immobilise T, et enfin T à son tour serre la bague en feutre U, ce qui complète l'assemblage.

Montage de la roue motrice. — La roue arrière est maintenue par le boulon Y qui se visse dans le carter en traversant l'axe creux de cette roue. La tête du boulon Y permet de bloquer ce boulon grâce à l'appui fourni par la bague Z qui a elle-même pour objet de rendre possible le démontage du pneumatique sans démontage de la roue arrière. Il suffit en effet de dévisser le boulon Y et d'enlever la bague Z ; il reste alors entre le moyeu et le cadre un espace suffisant pour faire passer l'enveloppe et la chambre à air, la roue restant maintenue en place par son carter.

On peut également, grâce à ce même jeu, démonter facilement la roue en dégageant les pignons de l'intérieur du carter.

Réglage. — La machine est réglable dans toutes ses parties puisqu'en manœuvrant les cônes on peut faire avancer ou reculer l'axe pédalier, l'arbre de transmission et enfin le moyeu de la roue arrière en agissant dans ce dernier cas sur les écrous α. Nous avons vu d'ailleurs que des fenêtres pratiquées dans le carter permettaient de s'assurer du résultat obtenu au point de vue de l'exactitude de l'engrènement.

*
* *

En résumé, la bicyclette que nous venons de décrire présente une solution ingénieuse du problème de la machine à deux vitesses.

Le changement de vitesse se fait très sûrement, et l'on dispose toujours d'une roue libre sans passer par l'intermédiaire de la roue folle. Le démontage et le réglage sont faciles. L'organisation de la transmission met le fonctionnement du mécanisme à l'abri des déformations du cadre. Enfin le rapport des deux vitesses peut recevoir toutes les valeurs que l'on désire.

Nous ajouterons qu'au point de vue purement spéculatif cette machine est particulièrement intéressante, car c'est un des très rares exemples de bicyclette dont les organes aient été sérieusement étudiés en détail, au lieu d'être la reproduction pure et simple de modèles antérieurs plus ou moins défectueux.

L. F.

RENSEIGNEMENTS DIVERS

Autriche-Hongrie : Adoption de charges divisées pour les mortiers de 15cm et les canons de 18cm de siège. — *Mortiers de 15cm.* — Jusqu'à ces derniers temps, on employait exclusivement en Autriche-Hongrie la poudre noire pour les mortiers de siège de 15cm M. 80.

Les mortiers cuirassés de 15cm M. 80 tiraient de la poudre sans fumée et utilisaient huit gargousses de poids différents (1).

Dorénavant tous ces mortiers feront usage des mêmes munitions ne comprenant que la poudre en lamelles 1/3 mm M. 93. L'artillerie austro-hongroise a adopté en effet deux charges élémentaires (*Teilpatronen*) des poids de 30 gr et de 120 gr, ces dernières étant munies d'un appoint de poudre noire. On pourra ainsi constituer des gargousses dont le poids variera entre 120 gr et 300 gr.

La charge maximum seule sera, comme par le passé, constituée par une gargousse de 375 gr de poudre en lamelles 1/3 mm M. 93.

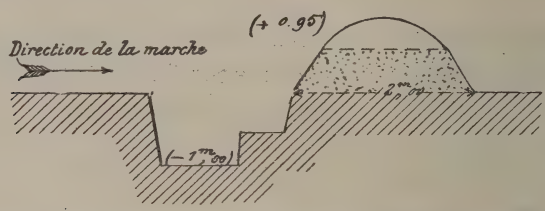
Canons de siège de 18cm. — Cette bouche à feu tirait jusqu'à aujourd'hui de la poudre noire (2) ; elle fera également usage de charges élémentaires de 300 gr (avec appoint de poudre noire) et de 60 gr en poudre en lamelles 1/2 mm M. 93.

(D'après *Normal-Verordnungsblatt für das K. u. K. Heer,* nos 1 et 14 de 1902.)

---

(1) Voir *Revue d'artillerie,* t. 53, p. 72 et 270.
(2) Voir *Revue d'artillerie,* t. 53, p. 68.

Autriche-Hongrie : Passage d'obstacle par l'artillerie. — Au cours d'une inspection passée par l'archiduc Frédéric, le groupe à cheval n° 5, en garnison à Komorn, exécutait une marche en bataille au galop entre une vigne et une chaussée pour venir occuper une position de batterie. L'aile gauche du groupe rencontra sur son trajet une grande tranchée-abri, dont le profil est indiqué par la figure ci-dessous.



Malgré la fatigue des chevaux qui manœuvraient depuis longtemps et avaient déjà fait 5 ou 6 km de galop, huit pièces et deux caissons abordèrent l'obstacle du côté du fossé et le franchirent sans hésitation en plein galop sans qu'il en résultât de chutes d'hommes ou de chevaux. Seuls deux canons et un caisson restèrent enfoncés dans la terre meuble du parapet ; mais les roues furent rapidement dégagées par les servants et les bouches à feu arrivèrent encore à temps sur la ligne de feu.

(D'après *Militär-Zeitung,* n° 32, et *Militär-Wochenblatt,* n° 72 de 1902.)

NÉCROLOGIE

M. LE GÉNÉRAL DE BRIGADE DE DOUVRES

Le général de Douvres, commandant la 15e brigade d'infanterie à Laval, vient de mourir presque subitement dans cette ville le 16 novembre dernier.

Né à Chalonnes-sur-Loire (Maine-et-Loire), le 19 novembre 1840, de Douvres (Henry-Dominique) entre en 1860 à l'École polytechnique et sert comme lieutenant au 20e, puis au 17e régiment d'artillerie à cheval, d'où il est détaché à l'École de cavalerie de Saumur.

Lorsqu'éclate la guerre de 1870, il est affecté à l'armée de Metz et prend part comme capitaine à la plupart des combats livrés autour de cette place.

Échappé aux mains de l'ennemi, il va reprendre du service à l'armée de la Loire et il est blessé deux fois à Parigné-l'Évêque le 10 janvier 1871. Dès le mois de septembre précédent, sa brillante conduite lui avait valu la croix de chevalier de la Légion d'honneur.

Après la guerre, le capitaine de Douvres est successivement instructeur au 17e régiment, professeur d'équitation à l'École d'application de Fontainebleau, aide de camp du général Brisac et enfin du général Grouvel, auprès duquel il reste comme chef d'escadron en 1881. A la fin de 1883, lors du passage au cadre de réserve de ce dernier officier général, le commandant de Douvres, devenu libre, obtient de partir pour le Tonkin comme commandant les troupes métropolitaines de l'artillerie et du train faisant partie du corps expéditionnaire.

Il fit toute la campagne, au cours de laquelle il fut cité à l'ordre du jour et promu officier de la Légion d'honneur, et ne rentra en France qu'en 1886 pour être nommé lieutenant-colonel et directeur de l'artillerie à Langres, puis en 1893 commandant du 12e régiment d'artillerie à Vincennes. Général en 1895, il prit l'année suivante le commandement de la 15e brigade d'infanterie qu'il exerça jusqu'au moment où la mort est venue prématurément le frapper en pleine vigueur.

Dans toutes les positions qu'il a occupées, le général de Douvres a laissé l'impression d'un chef énergique, ne craignant pas sa peine, toujours le premier au feu et possédant une grande autorité sur son personnel.

Voici, du reste, en quels termes, lors des obsèques qui ont été célébrées à Laval, le général Lallement, commandant le 4e corps d'armée, rendait hommage à sa mémoire :

« ... Vous savez, Messieurs, avec quelle ferme bien-
« veillance, quel jugement prompt et sûr, quelle équité,
« quelle autorité, le général de Douvres a pendant plus
« de six ans exercé son commandement. Quant à moi, je
« ne saurais oublier sa collaboration si précieuse et si
« dévouée.

« La 15e brigade, le 4e corps tout entier gardera
« longtemps le souvenir de ce chef à l'esprit si alerte et
« si avisé, d'une loyauté si parfaite, qui donna à tous
« et en toutes circonstances l'exemple du dévouement et
« des vertus militaires.

« Puissent ces témoignages d'affection et d'estime
« adoucir l'immense douleur de la malheureuse veuve et
« de ses chers enfants. »

REVUE D'ARTILLERIE

BUREAU OF ORDNANCE
RECEIVED
FEB 18 1903
NAVY DEPARTMENT.

Paraissant le 15 de chaque mois

TRENTE ET UNIÈME ANNÉE

TOME 61. — 4e LIVRAISON

Janvier 1903

BERGER-LEVRAULT & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS (6e)
RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY
RUE DES GLACIS, 18

1903

SOMMAIRE DE LA LIVRAISON DE JANVIER 1903

Pages.

I. — **L'artillerie à l'Exposition de Düsseldorf** (*avec deux planches*), par le capitaine d'artillerie J. Pesseaud 241

II. — **Manuel de tir de l'artillerie de campagne russe**, par le lieutenant-colonel d'artillerie P. Brongniart 288

III. — **Renseignements divers.** — *Angleterre :* Création de compagnies de transport mécanique (314). — *Danemark :* Commande de canons Krupp (314). — *Italie :* Anneau de sécurité du major Casali pour le tir à la cible des armes portatives (318). — *Roumanie :* Formation de deux batteries d'obusiers (322) 314

IV. — **Nécrologie.** — M. le colonel Regnier 323

BIBLIOGRAPHIE. — I. Bulletin des livres (lxv). — **A) Notices bibliographiques.** — *Le Modèle et les Allures,* par M. de Gasté (lxv). — *Onzième Bibliographie géographique (1901) des Annales de géographie,* publiée sous la direction de L. Raveneau (lxvi). — *Les Méthodes d'essai des pièces d'acier,* par E. Simonot, ingénieur principal de la marine (lxvi). — *Répartition et emplacement des troupes de l'armée française* (lxvi). — **B) Livres nouveaux** (lxvii). lxv

II. Bulletin des articles (lxix). — **B) Revue des revues françaises** (lxix). — **C) Classement par rubriques des principaux articles de revues et publications** (lxxiv) lxix

PARTIE OFFICIELLE. — I. Renseignements extraits du *Bulletin officiel du Ministère de la guerre* 53

§ 1. Sommaire des principaux articles. 53

§ 2. Extraits des décrets, décisions, circulaires, etc. 55

II. Promotions, mutations et radiations (du 11 décembre 1902 au 10 janvier 1903). 56

Légion d'honneur 67

Médaille militaire. 68

PLANCHES. — I et II. — Artillerie à l'Exposition de Düsseldorf. (*Matériel Krupp.*)

S'adresser, pour tout ce qui concerne la rédaction, au **chef d'escadron, chef du service de la Revue d'artillerie,** 1, Place St-Thomas-d'Aquin, à Paris (7e).

L'ARTILLERIE

A

L'EXPOSITION DE DÜSSELDORF

L'exposition qui s'est ouverte à Düsseldorf le 1er mai 1902 n'était pas une exposition internationale ; elle se limitait à la province du Rhin et à celle de Westphalie. Mais ces deux provinces sont le centre le plus important de la production métallurgique en Allemagne : l'exposition devait donc être intéressante, et elle l'était surtout, en ce qui concerne l'artillerie, par la présence des maisons *Krupp* et *Ehrhardt*, les deux grands établissements constructeurs de matériel de guerre en Allemagne.

Ces deux maisons n'étaient pas représentées à l'Exposition universelle de 1900 : l'intérêt que présentait leur participation à celle de Düsseldorf n'en était que plus grand, d'autant qu'elles ont pu mettre à profit cet espace de deux ans pour réaliser d'importants perfectionnements (1). Nombre de questions qui se posaient à peine en 1900 se trouvent maintenant sinon complètement résolues, du moins en bonne voie de l'être : nous citerons en particulier la question du canon à recul sur l'affût, celle des boucliers de campagne et enfin l'attaque de ces derniers engins soit par le shrapnel, soit par l'obus brisant. L'examen du matériel exposé à Düsseldorf fournissait sur ces questions des documents importants.

---

(1) Voir à ce sujet ce qui a été dit dans la *Revue d'artillerie*, t. 59, p. 405.

EXPOSITION KRUPP

Le pavillon Krupp, une des constructions les plus importantes de l'exposition de Düsseldorf, contenait des échantillons des produits métallurgiques les plus variés : pièces d'acier de toute sorte, arbres, machines et chaudières pour la marine, matériel de mines, matériel de chemin de fer, etc. L'artillerie y occupait naturellement une place importante.

Les établissements Krupp avaient fait preuve, dans le choix des objets exposés, du plus grand éclectisme : c'est ainsi qu'à côté des pièces de campagne à affût rigide, seules construites par la maison jusqu'à ces dernières années, on voyait figurer des canons, des obusiers de campagne et des pièces de montagne à recul sur l'affût ; on trouvait aussi des affûts de campagne à boucliers et des mécanismes de culasse des systèmes les plus divers.

Nous allons énumérer d'abord, puis passer en revue les objets les plus intéressants exposés dans cette section (1).

Artillerie de côte et de bord.

Canon de côte de 30^{cm},5, de 40 calibres ;
Canon de bord de 28^{cm}, de 40 calibres ;
Canon de bord de 19^{cm}, de 40 calibres ;
Canon de côte de 15^{cm}, de 40 calibres ;
Canon de côte de 21^{cm}, de 40 calibres, sur affût à éclipse ;
Obusier de côte de 28^{cm}, de 12 calibres ;
Canon de torpilleur de 5^{cm}, de 40 calibres.

(1) Un certain nombre des renseignements donnés ci-dessous, notamment la plupart des renseignements numériques, sont empruntés aux catalogues de la maison Krupp.

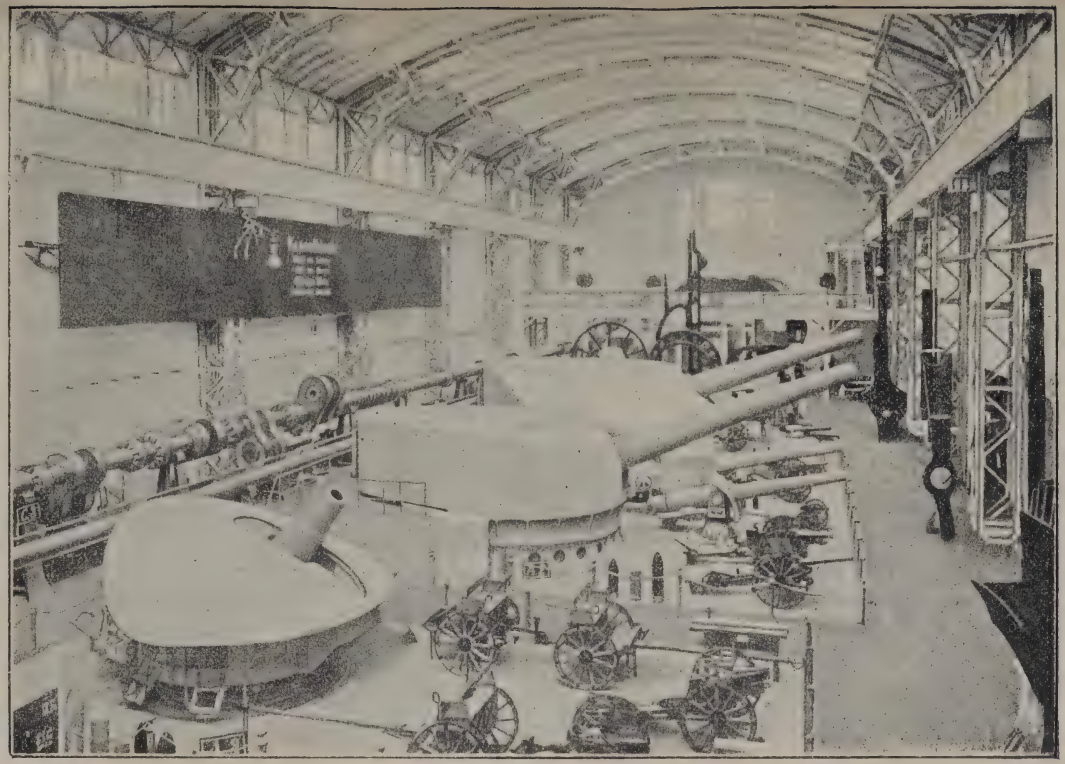


Fig. A. — Vue générale de l'Exposition Krupp.

Artillerie de campagne et de montagne.

Deux canons de campagne de 75^{mm}, de 30 calibres, sur affût à bêche de crosse élastique ;

Deux canons de campagne de 75^{mm}, de 30 calibres, à recul sur l'affût et à frein hydraulique ;

Canon de campagne de 75^{mm}, de 30 calibres, à recul sur l'affût avec frein à friction ;

Avant-train pour canon de campagne à bêche de crosse élastique ;

Avant-train pour canon de campagne à recul sur l'affût ;

Obusier de campagne de 10^{cm}, de 10 calibres, sur affût à bêche de crosse élastique (avec avant-train) ;

Obusier de campagne de 11^{cm}, de 12 calibres, à recul sur l'affût avec frein hydraulique ;

Canon de montagne de 75^{mm}, de 13 calibres, sur affût à bêche de crosse élastique ;

Canon de montagne de 75^{mm}, de 14 calibres, à recul sur l'affût et à frein hydraulique ;

Canon colonial de 60^{mm}, de 15 calibres ;

Pièce d'expérience de 75^{mm} de campagne ayant subi des essais de résistance et de tir ;

Boucliers ayant servi à des expériences de tir.

Divers.

Blindages et cuirassements ;

Élévateurs de munitions ;

Machines pour la fabrication de la poudre sans fumée ;

Collection de fermetures de culasse ;

Collection de projectiles, cartouches et fusées ;

Collection de douilles de cartouches et de gargousses ;

Échantillons de poudre de formes variées.

*
* *

ARTILLERIE DE COTE ET DE BORD

Généralités.

L'ensemble des pièces à grande puissance qui occupaient le centre du pavillon Krupp formait un spectacle imposant; la rapidité et l'aisance apparente avec lesquelles un léger effort déplaçait dans tous les sens ces masses considérables étaient de nature à impressionner le visiteur.

Plusieurs de ces pièces, de calibres différents, présentent un grand nombre de caractères communs : pour éviter les répétitions, nous indiquerons ces caractères une fois pour toutes quand l'occasion s'en présentera.

Les bouches à feu de côte et de bord sont du type à jaquette et à frettes, en acier spécial fondu au creuset; elles sont munies de la fermeture Krupp à coin horizontal avec arbre de commande de translation (*Leitwellverschluss*), à l'exception du canon de côte de 15^{cm} qui possède une fermeture à vis avec obturateur plastique.

Les pièces de gros calibre sont généralement munies de lunettes de visée à prismes, système Zeiss.

Elles emploient des gargousses métalliques, les cartouches complètes n'étant utilisées que dans les canons du calibre de 15^{cm} et au-dessous. Elles comportent à volonté la mise de feu à la main ou la mise de feu électrique, cette dernière du système électro-magnétique.

Les affûts de gros calibre sont montés sur une couronne de billes logées dans des rainures à section demi-circulaire ; les affûts de moyen calibre (jusqu'à 19^{cm}) sont à *chandelier* reposant ou non sur des billes.

Les appareils de chargement ont été l'objet de perfectionnements particulièrement importants.

On trouvera réunies dans le tableau de la page 255 les données numériques relatives à ces bouches à feu.

Canon de côte de 30cm,5 (pl. I, fig. 1).

Cette pièce est munie d'un berceau dans lequel recule le tube et qui repose lui-même par deux tourillons sur un châssis porté par une plaque tournante.

Le recul est amorti par deux cylindres de frein hydraulique, qui sont placés latéralement par rapport au berceau, et qui se trouvent en relation avec deux cylindres *à air comprimé* formant *récupérateurs*.

La fermeture de culasse comporte un coin du poids de 1 300 kg roulant sur une série de petits galets, ce qui permet à un seul homme de le déplacer aisément.

La mise de feu électrique est produite par une bobine logée dans la culasse elle-même ; des contacts sont disposés de façon à ne permettre le passage du courant que lorsque le bloc de culasse est à sa position de fermeture.

Le pointage s'effectue au moyen d'un appareil de visée à lunette placé dans un abri spécial ; toutefois on a laissé subsister, pour les employer en cas de besoin, l'ancienne hausse et le guidon portés par la bouche à feu elle-même.

Les déplacements de la pièce peuvent à volonté s'obtenir électriquement ou à bras ; il en est de même du chargement et du refoulement. On peut aussi donner l'inclinaison à la pièce à la main au moyen de deux volants qui actionnent une roue et un secteur dentés, ce dernier placé sous le berceau.

Pour le pointage en direction, la plaque tournante, peut, grâce à une circulaire à billes, pivoter sur une sellette fixée dans la plate-forme ; elle porte un pignon qui engrène avec une couronne dentée de la sellette.

La commande électrique se trouve désembrayée automatiquement quand on arrive aux limites du champ de tir latéral et du pointage en hauteur.

Le projectile et la gargousse métallique sont amenés en arrière de l'affût par un chariot circulant sur rails (fig. 1). Un monte-charge élève d'abord le chariot en face de la culasse; le projectile et la gargousse sont ensuite poussés successivement à leur position par un refouloir télescopique mû électriquement. Ce refouloir se compose d'éléments plats à crémaillère qui peuvent rentrer les uns dans les autres; un contact électrique ne lui permet de fonctionner que quand la culasse est ouverte et la pièce à la position de chargement. Son rôle terminé, ce refouloir se replie automatiquement, puis s'éclipse sous le plancher de façon à le dégager.

La pièce est protégée à l'avant par un bouclier en acier durci au nickel de 135 mm d'épaisseur, à l'arrière et vers le haut par une plaque en acier ordinaire au nickel de 50 mm.

Pour les munitions, voir le tableau de la page 255.

Canon de bord de 28cm (fig. B).

Cette pièce, destinée à l'armement des cuirassés allemands de 1re classe, est analogue à la précédente; elle est comme elle portée par une plaque tournante montée sur des billes logées dans une rainure de la sellette.

Quant aux cylindres de frein, ils sont placés sous le berceau et comprennent entre eux le récupérateur *à air comprimé* formé d'un seul cylindre.

Le pointage en hauteur et en direction et le service des munitions s'effectuent au moyen d'organes hydrauliques qu'actionne une pompe à vapeur. La pression normale du liquide est de 60 atmosphères. La manœuvre peut aussi s'exécuter à bras.

On donne l'inclinaison à la pièce au moyen d'un piston hydraulique vertical porté par la plaque tournante et placé sous le berceau auquel il est relié par des leviers. Pour le pointage latéral, la sellette porte une couronne

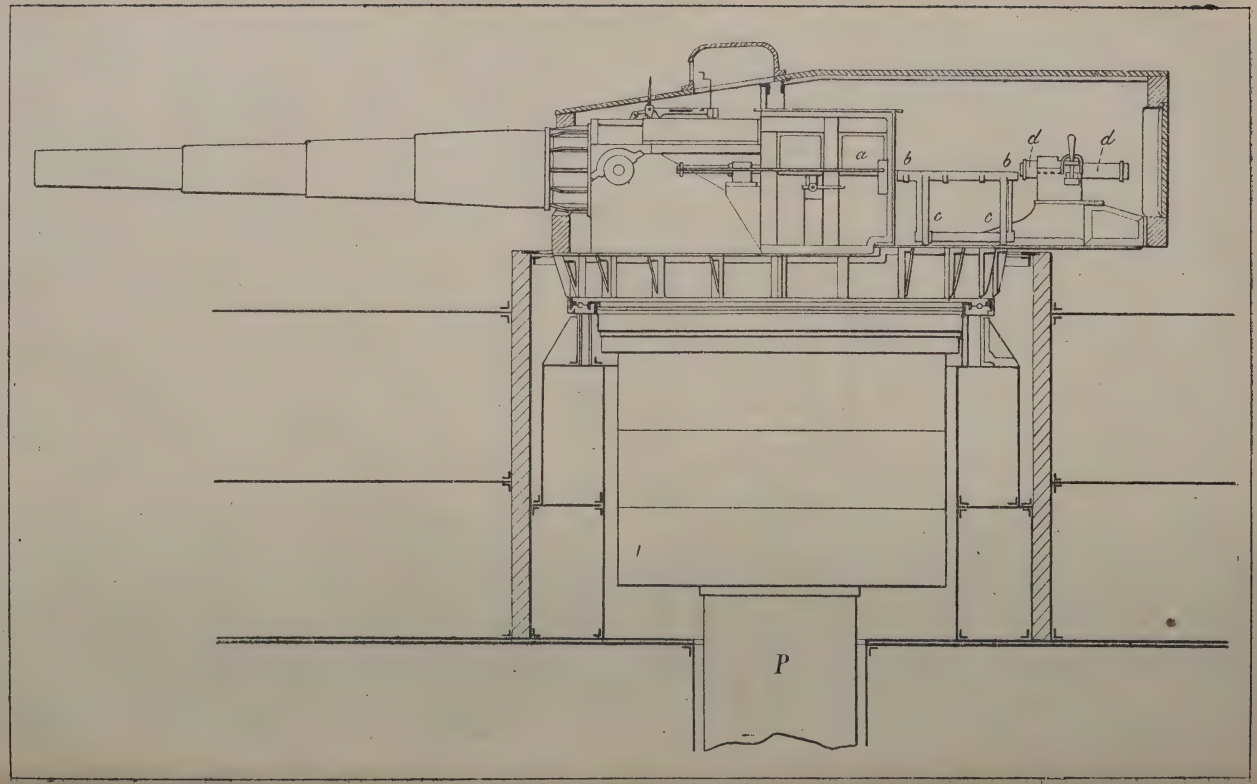


Fig. B. — Canon de bord de 28cm.

dentée qu'actionne un pignon mû par un cylindre hydraulique placé sous la plaque tournante.

La plate-forme de tir est sur le côté droit de la pièce ; elle porte les organes de commande des soupapes destinées au pointage et de la mise de feu magnéto-électrique, ainsi que la lunette de visée du système Zeiss placée sous une calotte de protection.

L'élévateur de munitions est situé dans un puits à munitions P (1) qui participe au mouvement de la plaque tournante, ce qui permet de charger facilement la pièce dans tous les azimuts. Les munitions élevées par un monte-charge débouchent à gauche de la pièce en *a*, en face d'un auget *bb* porté par un châssis oscillant *cc* : un simple mouvement d'oscillation de ce châssis autour de l'axe horizontal qui lui sert de support amène les munitions en face de la culasse, où elles sont poussées par un refouloir télescopique *d*.

La pièce est protégée, en avant par un bouclier d'acier au nickel ordinaire de 250 mm d'épaisseur, vers le haut par une plaque de 50 mm.

Canon de bord de 19cm (pl. I, fig. 2).

Ce canon, monté sur affût à chandelier, est destiné à être placé sous casemate.

Les tourillons du berceau reposent sur une fourche-pivot tournant dans une sellette fixe. Le pivot, creux, renferme une tige qui supporte tout le poids du système mobile par l'intermédiaire d'un petit roulement à billes.

L'affût à berceau est muni d'un cylindre de frein hydraulique et de deux récupérateurs *à ressorts*. Une griffe fixée à l'avant de la fourche-pivot s'engage sous une circulaire faisant corps avec la sellette ; elle transmet à celle-ci le choc du recul et s'oppose au soulèvement.

---

(1) Ce puits à munitions, visible sur la figure B, ne figurait pas à l'exposition, en raison de la place exagérée qu'il aurait occupée.

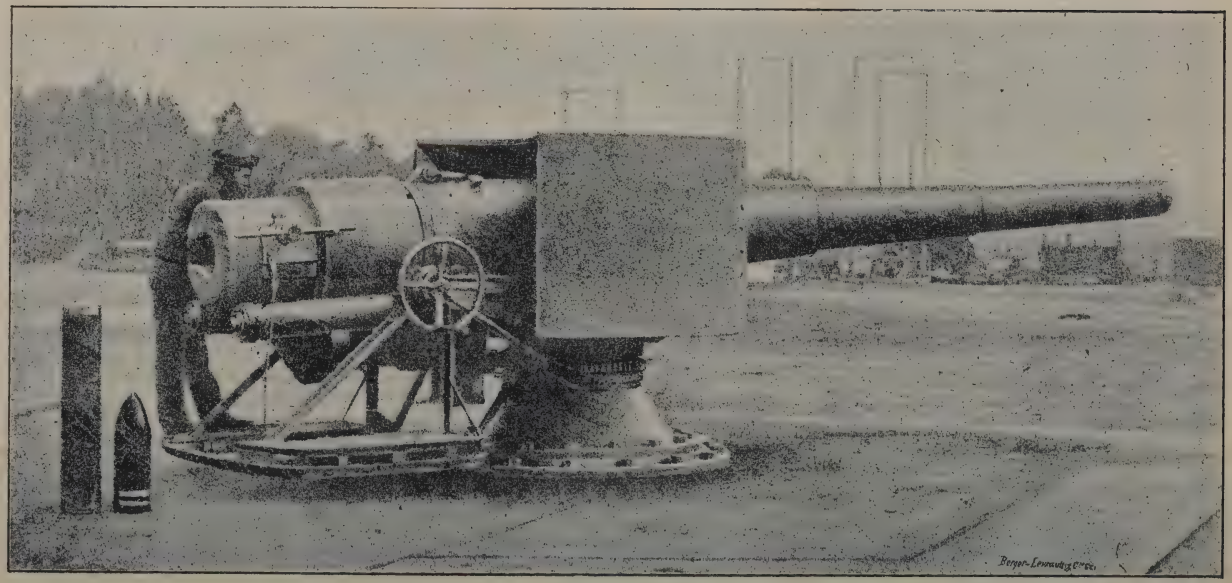


Fig. C. — Canon de côte de 15cm.

Le pointage se fait à la main au moyen de deux volants. Les organes de pointage comportent un dispositif de visée à longue-vue et, pour le tir de nuit, une hausse et un guidon éclairés par deux lampes à incandescence.

La pièce est protégée par un bouclier en acier de 100 mm d'épaisseur.

Canon de côte de 15cm (fig. C, et pl. I, fig. 3).

Cette pièce, montée sur affût à chandelier, est analogue à la précédente, mais elle est munie d'une fermeture avec vis à gradins (dont il sera question plus loin) et d'un obturateur plastique. Elle emploie des gargousses en sachets.

La tranche de culasse porte un auget de chargement *a* qui se relève automatiquement pour venir se placer dans l'écrou de culasse à la fin du mouvement d'ouverture (1).

Un petit bouclier d'embrasure, porté par la pièce, protège les servants, le pivot et le mécanisme contre les éclats et balles de shrapnels.

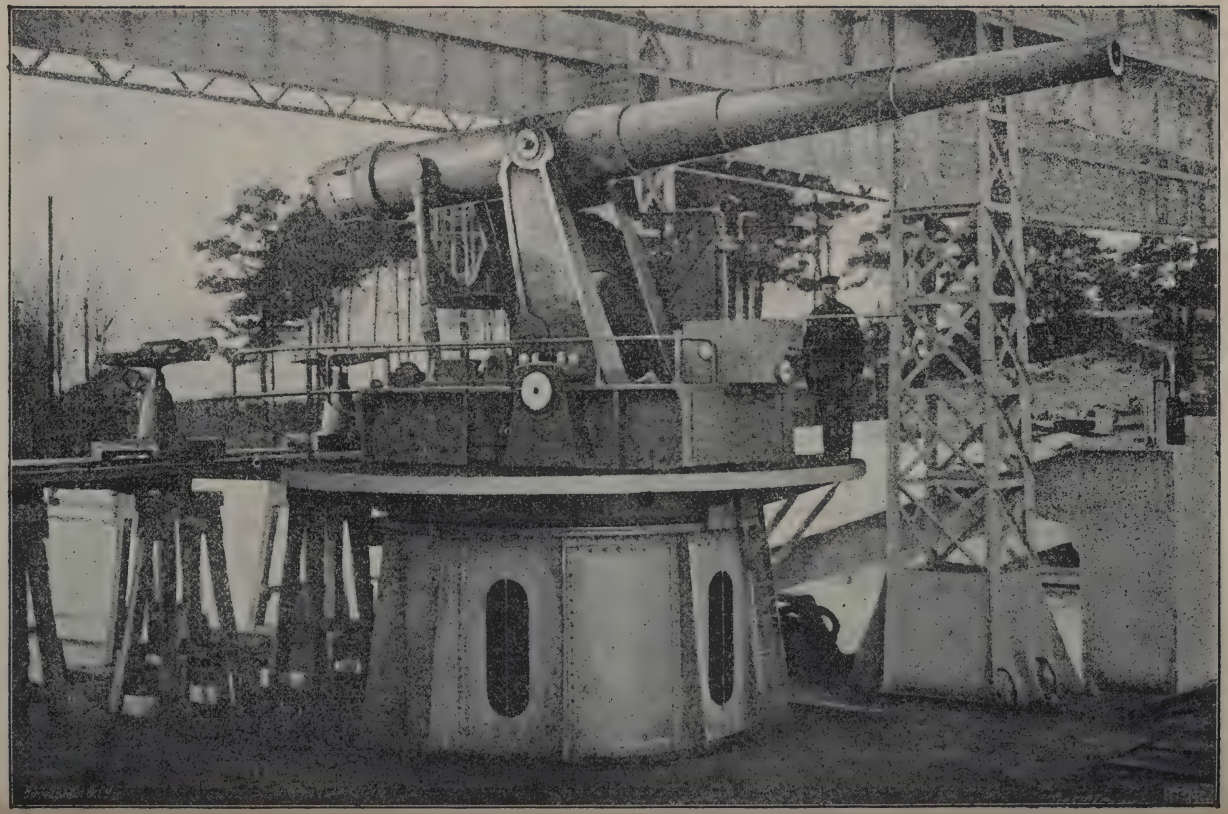
Canon de côte de 21cm sur affût à éclipse (fig. D et E, et pl. I, fig. 4).

Ce système est à l'étude dans plusieurs pays et, malgré les objections auxquelles il donne lieu, il semble revenir en faveur, principalement aux États-Unis où la question est en ce moment vivement discutée (2).

---

(1) Nous avons déjà décrit, dans l'*Artillerie Vickers-Maxim à l'Exposition de 1900*, un dispositif analogue. (Voir *Revue d'artillerie*, t. 57, p. 376.)

(2) La Commission de l'Ordnance et des Fortifications a consulté récemment les officiers d'artillerie des États-Unis sur l'opportunité d'adopter l'affût à éclipse pour la défense des côtes. Sur 84 officiers ayant exprimé une opinion, 60 ont donné un avis favorable, au moins pour le cas de batteries basses. Malgré ce résultat, la Commission a décidé de suspendre la fabrication qui avait été commencée. Les essais continuent et aucune décision définitive n'a été prise. (D'après le rapport du Chef de l'Ordnance pour 1901.)



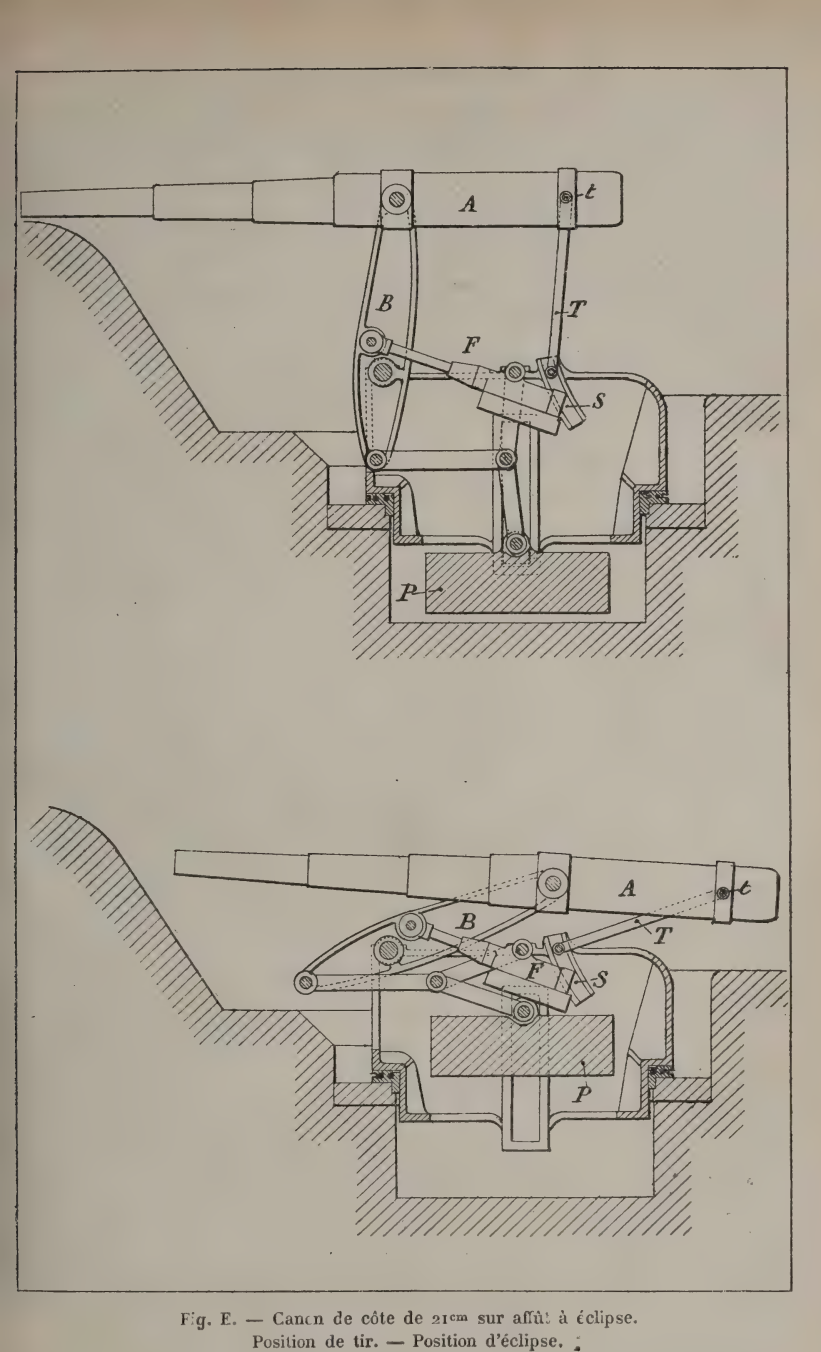


Fig. E. — Canon de côte de 21cm sur affût à éclipse.
Position de tir. — Position d'éclipse.

Lorsque la pièce recule en prenant sa position d'éclipse, une portion de l'énergie du recul est employée à élever un contrepoids P placé à l'intérieur de la sellette; le reste est absorbé par un frein hydraulique F qui sert en outre à élever légèrement le canon automatiquement jusqu'à sa position de chargement. La figure E donne un schéma du fonctionnement du système.

Après avoir rechargé et modifié convenablement l'inclinaison de la pièce, il suffit d'ouvrir une soupape pour libérer le contrepoids qui, en s'abaissant, ramène la pièce à sa position de tir. Ce retour en batterie, d'abord rapide, est modéré vers la fin du mouvement par un frein. Le passage de la position de chargement à la position de tir se fait en 4 secondes environ.

Le feu est mis automatiquement au moment où se termine le retour en batterie.

Le pointage se fait à la main au moyen de volants. Dans le pointage en direction, le châssis et la plaque tournante qui porte ce dernier pivotent sur un roulement à billes faisant partie de la sellette. Le pointage en hauteur s'effectue par l'intermédiaire de deux tiges de pointage T pivotant autour de deux tenons de pointage *t* que porte la culasse et dont les extrémités inférieures peuvent être déplacées dans le guide S porté par le corps d'affût.

Cette pièce est actuellement munie d'une lunette de visée portée par une plate-forme surélevée qui permet au pointeur de regarder par-dessus le parapet. On a l'intention de substituer à cet appareil un dispositif qui comportera une lunette doublement coudée ayant son oculaire placé beaucoup plus bas que son objectif : le pointeur pourra alors effectuer sa visée en restant abrité par le parapet.

Données numériques. (Canons de côte et de bord.)

		CANON DE CÔTE de 30cm,5.	CANON DE BORD de 28cm.	CANON DE CÔTE de 21cm à éclipse.	CANON DE BORD de 19cm.	CANON DE CÔTE de 15cm.
Longueur de la bouche à feu (40 cal.)	m	12,20	11,20	8,4	7,6	5,96
Poids de la bouche à feu avec fermeture	kg	50 300	38 500	16 400	9 950	5 880
— de l'affût proprement dit	—	79 700	70 000	80 000	9 950	4 300
— de la plate-forme ou du pivot	—	64 000	13 500	3 000	1 500	600
— du masque	—	90 500	96 000	—	5 000	760
— de l'ensemble de l'affût	—	234 200	179 500	83 000	16 450	5 660
Hauteur de l'axe de la pièce	m	3,2	2,6	2,98	1,42	1,2
Angle de tir maximum		22°	30°	15°	20°	21°
— minimum		— 4°	— 4°	— 3°	— 5°	— 5°
Poids de la charge (poudre sans fumée en tubes)	kg	132	90	31,4	22	13,1
Poids du projectile (1) — Léger	—	330	270	115	85	41
Poids du projectile (1) — Lourd	—	445	345	140	107	
Nombre et poids des balles du shrapnel — Projectile léger		60 de 300 gr 600 de 50 gr 1 250 de 26 gr } 1 910	75 à 200 gr 500 à 50 gr 1 000 à 26 gr } 1 575	—	70 à 75 gr 140 à 50 gr 310 à 26 gr } 520	800 à 16 gr
Nombre et poids des balles du shrapnel — Projectile lourd		75 de 300 gr 850 de 50 gr 1 850 de 26 gr } 2 775	95 à 200 gr 700 à 50 gr 1 500 à 26 gr } 2 295	85 à 100 gr 250 à 50 gr 520 à 26 gr } 855	—	
Vitesse initiale — Projectile léger	m	926	888	812	807	881
Vitesse initiale — Projectile lourd	—	820	785	730	720	
Portée maximum — Projectile léger	—	20 100	20 880	12 520	13 590	13 850
Portée maximum — Projectile lourd	—	20 200	21 170	12 430	13 700	
Angle de tir correspondant		22°	30°	15°	20°	21°
Nombre de coups par minute		1	1 à 2	3 à 4	3 à 4	4 à 5

(1) Ces pièces tirent les projectiles suivants : obus (en acier ou en fonte), obus de semi-rupture, obus de rupture, obus de rupture avec coiffe, shrapnels (en acier).
Chaque catégorie comporte un projectile léger et un projectile lourd (excepté pour le canon de 15cm).

Épaisseurs de blindage perforées. (Canons de côte et de bord.)

DÉSIGNATION des pièces.	DISTANCES.	FER FORGÉ.		ACIER ordinaire.		ACIER KRUPP au nickel à surface durcie.	
		Projectile léger.	Projectile lourd.	Projectile léger.	Projectile lourd.	Projectile léger.	Projectile lourd.
	m	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Canon de côte de 30cm,5.	3 000	105,1	110,6	73,8	77,4	43	44,5
	2 000	116	119,7	81	83,6	46	47
	1 000	127,5	129,3	88,7	90	49	49,5
	A la bouche.	140	140	97	97	52	52
Canon de bord de 28cm.	3 000	87,5	92,9	61,3	64,7	37	38,5
	2 000	97,6	101,5	68	70,5	40	41
	1 000	108,6	110,5	75,3	76,6	43	43,5
	A la bouche.	120,4	120,4	83,1	83,1	46	46
Canon de côte de 21cm.	3 000	50,6	54,7	35,1	37,8	23,5	25
	2 000	58,9	61,9	40,6	42,5	26	27
	1 000	68,3	70	46,7	47,9	28,5	29
	A la bouche.	78,9	78,9	53,6	53,6	31,5	31,5
Canon de bord de 19cm.	3 000	43,6	47,9	30,2	33	20	22
	2 000	51,7	54,8	35,5	37,5	23	24
	1 000	60,7	62,6	41,5	42,8	25	26
	A la bouche.	72,2	71,2	48,3	48,3	28,5	28,5
Canon de côte de 15cm.	3 000	34,3		23,4		16,1	
	2 000	42,6		28,5		18,6	
	1 000	52,3		34,8		21,4	
	A la bouche.	63,6		42,1		24,3	

Obusier de côte de 28cm (fig. F et G).

L'obusier de côte de 28cm est spécialement destiné à attaquer les ponts blindés des navires.

La pièce repose par ses tourillons dans un affût supérieur *a*, qui peut se mouvoir sur les glissières inclinées *bb* d'un châssis *cc*, monté sur une plaque tournante. Cette dernière pivote sur une sellette avec intermédiaire de

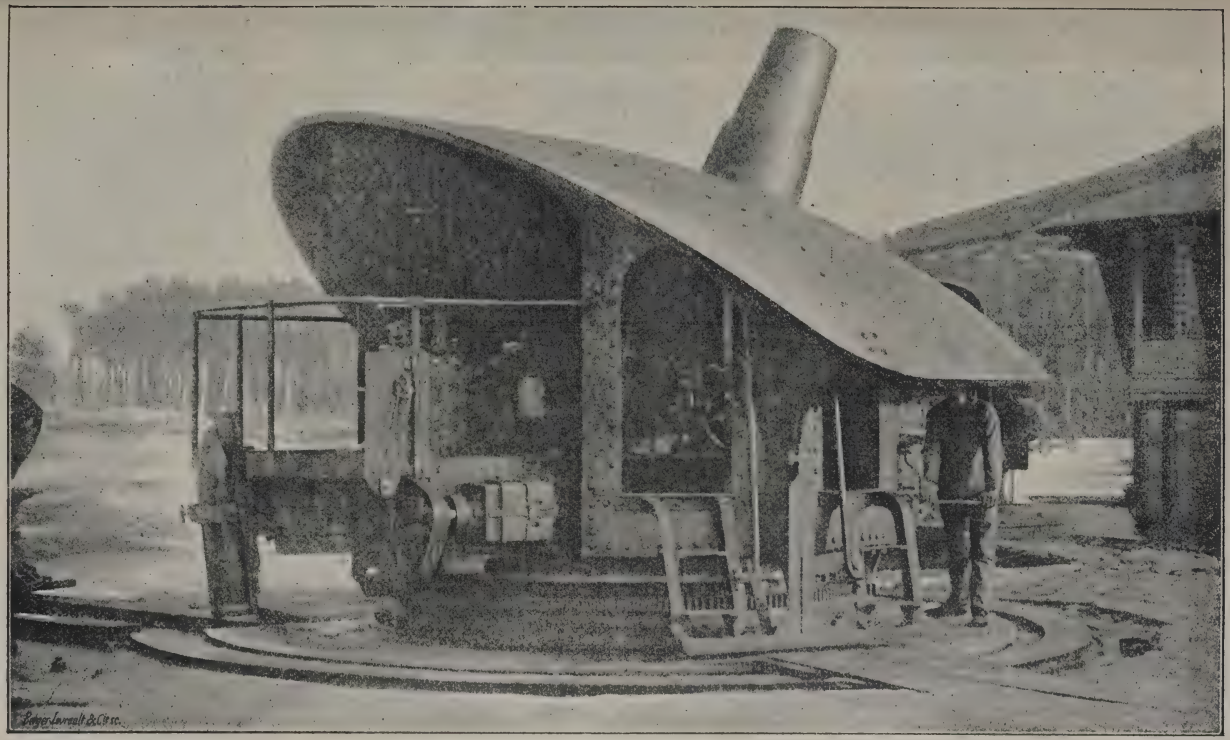


Fig. F. — Obusier de côte de 28cm.

roulements à billes, comme dans les pièces précédentes.

Le recul est absorbé par des cylindres de frein hydrauliques *d*, dont les tiges de piston sont reliées à l'avant du châssis. L'obusier revient en batterie par son propre poids.

La pièce possède une mise de feu magnéto-électrique, un appareil d'éclairage électrique pour le pointage de nuit et une lunette de visée à prismes (système Zeiss).

La manœuvre peut s'effectuer soit à bras, soit électri-

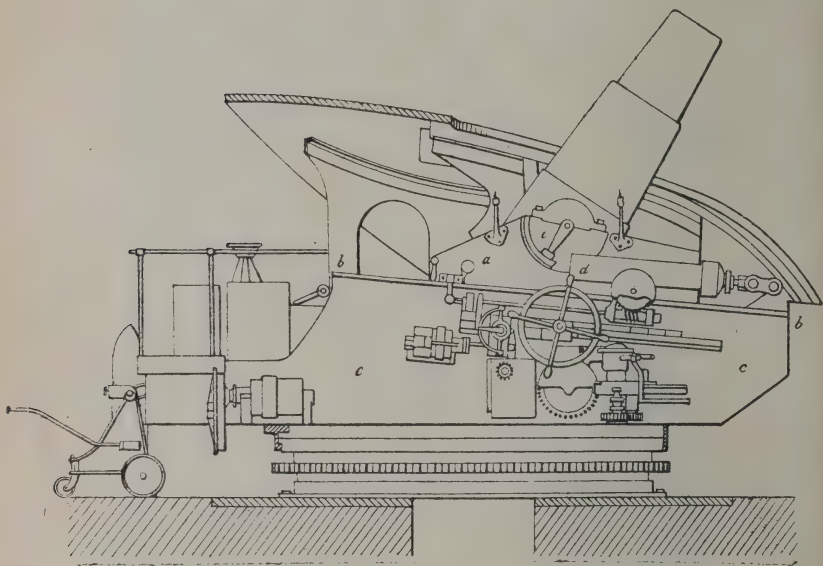


Fig. G. — Obusier de côte de 28cm.

quement. Le champ de tir en direction est de 360° : une tige qui est fixée à l'affût et se meut en face d'une circulaire graduée en cuivre, encastrée dans le sol, indique l'azimut ; les déplacements d'un index *i*, porté par le tourillon droit, montrent les variations de l'angle de tir.

Un petit chariot tricycle dont la partie supérieure peut basculer sert à apporter le projectile et à le déposer sur un auget placé à la partie arrière de l'affût ; cet auget

est supporté lui-même par l'extrémité d'un levier chargé de l'amener en face de la culasse.

En raison de son genre de tir spécial, l'obusier n'est protégé que vers le haut contre les éclats de projectiles au moyen d'une plaque d'acier cintrée de 60 mm d'épaisseur ; l'embrasure que présente cette plaque est masquée, même pendant le tir, au moyen d'un bouclier intérieur porté par le petit affût.

Données numériques.

Longueur de la bouche à feu	m	3,44
— en calibres		12
Poids de la bouche à feu avec fermeture	kg	10 780
— de l'affût proprement dit	—	28 800
— du masque	—	15 720
— du pivot	—	18 000
— de l'ensemble de l'affût	—	73 300
Hauteur de l'axe de la pièce	m	2,20
Angle de tir maximum		65°
— minimum		— 5°
Poids de la charge de poudre sans fumée annulaire (*Ringpulver*)	kg	13
	—	11,5
Poids de l'obus (1) — Projectile léger		215
Poids de l'obus (1) — Projectile lourd		345
Poids du shrapnel		215
Nombre et poids des balles du shrapnel — 130 à 150 gr		1 880
Nombre et poids des balles du shrapnel — 570 à 50 gr		
Nombre et poids des balles du shrapnel — 1 180 à 26 gr		
Vitesse initiale — Projectile léger et forte charge	m	425
Vitesse initiale — Projectile lourd et faible charge	—	335
Portée — Projectile léger — Angle de tir 43°	—	11 200
Portée — Projectile léger — Angle de tir 60°	—	9 800
Portée — Projectile lourd — Angle de tir 43°	—	9 700
Portée — Projectile lourd — Angle de tir 60°	—	8 200
Pénétration près de la bouche (acier ordinaire)	cm	24,7
Vitesse de tir : un coup par minute.		

(1) L'obusier de côte tire deux espèces d'obus, lourds et légers, comprenant les types suivants : obus ordinaire (en fonte ou en acier), obus de semi-rupture, obus de rupture (en acier). Il n'y a qu'un modèle de shrapnel ayant le poids du projectile léger.

Pénétration dans un pont blindé.

(Tir de bombardement.)

	ANGLE DE TIR.	ANGLE DE CHUTE.	PÉNÉTRATION.
	deg	deg	cm
Projectile léger.	43	52	9,7
	60	67	13,3
Projectile lourd.	43	47	12,7
	60	63 1/2	17,1

Canon de 5cm pour torpilleur (pl. I, fig. 5).

Pour en finir avec l'artillerie de bord, il nous reste à signaler une pièce de 5cm destinée à être installée sur la coupole de la tourelle de commandement d'un torpilleur.

Comme pour les autres pièces de bord, une sellette boulonnée sur la tourelle porte, par l'intermédiaire d'un roulement à billes, un châssis pivotant sur lequel repose le berceau de la pièce.

Le poids de la pièce est de 690 kg, celui de l'affût de 440 kg.

La pièce de 5cm a un champ de tir de 360°; elle tire un obus de rupture en acier de 1kg,5 à la vitesse initiale de 700 m. Cette vitesse initiale lui permet d'atteindre la portée maximum de 4 950 m et de perforer, à la distance de 1 000 m, une plaque d'acier non durci de 51 mm ou une plaque de fer forgé de 79 mm.

Cette pièce pourrait tirer jusqu'à 40 ou 45 coups par minute.

ARTILLERIE DE CAMPAGNE ET DE MONTAGNE

Canons de campagne de 75mm à bêche de crosse élastique (pl. I, fig. 6).

Le pavillon Krupp contenait deux pièces de ce système : modèle 1901 et modèle 1902.

L'organisation générale de la pièce modèle 1901 est bien connue (1). Rappelons seulement qu'elle est du type dit à affût rigide : la bouche à feu et l'affût, réunis d'une façon invariable, reculent ensemble pendant le tir; le recul est limité par une bêche de crosse à rabattement munie d'une colonne de ressorts Belleville qui ramène tout le système en batterie. Il résulte forcément de cette organisation un certain dépointage.

Le canon repose sur l'affût par l'intermédiaire d'un petit affût qui pivote autour d'un tourillon vertical; on peut lui donner au moyen d'un volant un déplacement latéral de 3 degrés de chaque côté.

Les roues sont munies d'un frein de route commandé par une vis qu'un servant peut actionner de son siège avec un volant.

Le modèle 1902 diffère surtout du précédent en ce que la flèche est plus longue, ce qui, en reportant le point d'appui plus en arrière, diminue le soulèvement et, par suite, le dépointage.

Dans les deux pièces la hausse est placée à droite.

Ces pièces tirent des cartouches complètes avec un

---

(1) C'est la pièce qui avait été mise en essai en Suisse en 1900 et qui paraissait à cette époque devoir être adoptée par l'artillerie helvétique. (Voir *Revue d'artillerie*, t. **58**, p. 87 et 350.) Les données numériques que nous avons publiées à cette époque diffèrent légèrement de celles que nous donnons aujourd'hui. C'est ainsi que le poids de la pièce en batterie et celui du shrapnel étaient un peu inférieurs aux chiffres actuels (912 kg au lieu de 946 et 6kg,35 au lieu de 6kg,5).

shrapnel à chambre arrière muni d'une fusée à double effet en aluminium d'une durée de combustion de 20 secondes.

On trouvera dans le tableau de la page 277 les données numériques relatives à ces pièces.

Canons de campagne de 75mm à recul sur l'affût, avec frein hydraulique (fig. H et I).

Ici encore nous trouvons deux modèles : 1901 et 1902, tous deux construits d'après le même principe (1).

Au départ du coup, le tube recule sur un berceau, sorte de longue boîte complètement fermée dont la partie supérieure forme des glissières où s'encastrent des griffes portées par la bouche à feu.

Ce berceau repose sur un porte-berceau par l'intermédiaire d'un pivot placé à l'avant et d'un écrou fixé à sa partie postérieure et traversé par une vis sans fin montée sur le porte-berceau ; on obtient ainsi en agissant sur le volant *c* un champ de tir latéral total de 6 degrés. Le porte-berceau, à son tour, peut tourner autour de tourillons horizontaux, qui permettent de donner l'inclinaison à la pièce au moyen du volant *b*.

La flèche de l'affût porte deux sièges sur lesquels le pointeur et le servant de culasse restent assis pendant le tir ; le pointeur peut même continuer son service pendant le recul de la pièce, les organes de pointage étant placés sur le berceau qui ne participe pas au recul. Une tige de protection *t*, placée à l'arrière du berceau, garantit les servants contre le mouvement de la pièce pendant le tir.

Frein (fig. J). — Les parois en tôle A du berceau contiennent et protègent le frein hydraulique qui sert à

(1) Les pièces à recul sur l'affût essayées en Suisse en 1901 et 1902 (voir *Revue d'artillerie*, t. **59**, p. 326) ne sont autres que les modèles 1901 et 1902 décrits ici avec quelques modifications dans les parties accessoires telles que boucliers, sièges d'essieu, hausse. Les pièces récemment commandées par le Danemark (voir page 314) sont également du modèle 1902 quelque peu modifié.

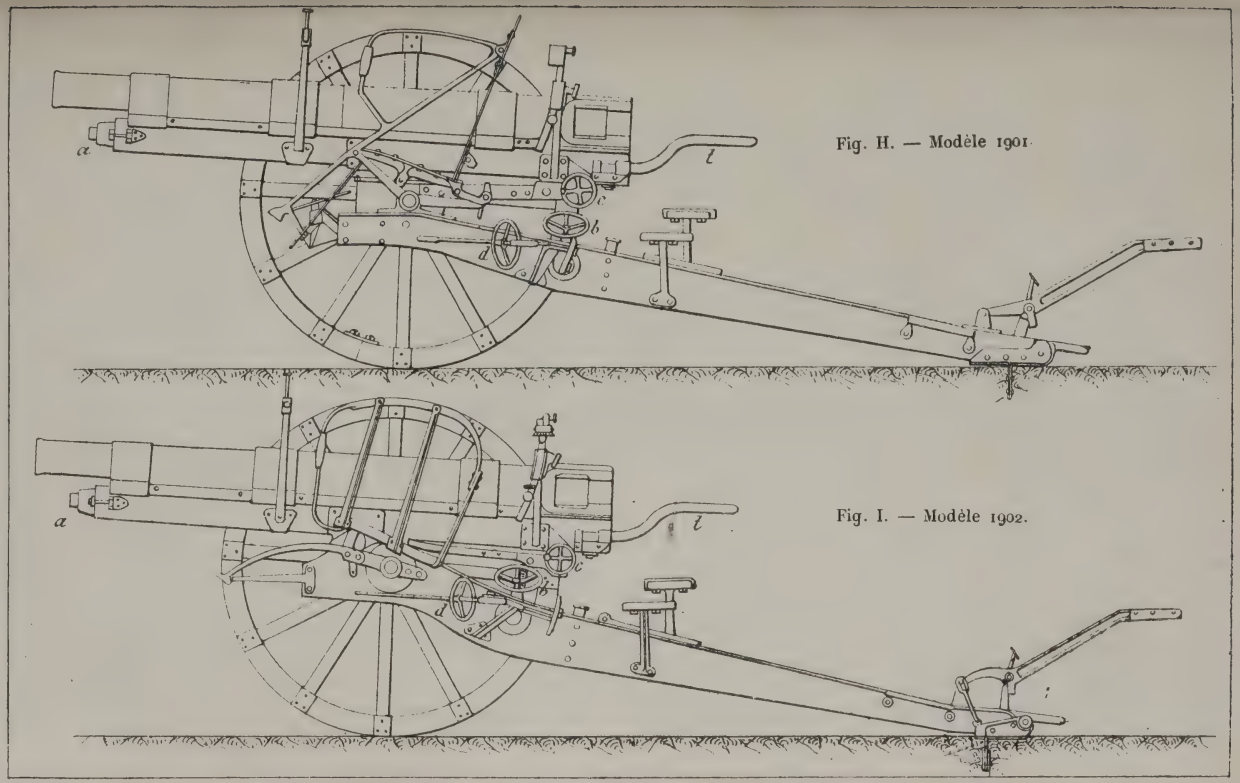


Fig. H. et I. — Canons de campagne de 75mm à recul sur l'affût, mod. 1901 et 1902.

limiter le recul. A cet effet, l'extrémité postérieure du cylindre de frein B est reliée à un talon C de l'arrière du tube, qu'elle peut ainsi accompagner dans son mouvement; la tige du piston D contenu dans le cylindre B est au contraire fixe, son extrémité avant étant assemblée à baïonnette à la plaque de fond antérieure *a* du berceau.

Le cylindre B est entouré d'un ressort héliçoïdal E qui sert de récupérateur : ce ressort prend appui d'une part contre le fond postérieur du berceau, d'autre part contre une saillie annulaire *b* de la tête du cylindre. En reculant avec le tube, le cylindre comprime le ressort, et ce dernier, le recul une fois terminé, ramène en batterie le cylindre et le canon. Le ressort récupérateur, à section rectangulaire, du poids approximatif de 34 kg, est composé de quatre parties ; il peut fonctionner même si l'une de ces parties vient à se briser. Il est assez puissant pour maintenir la pièce en batterie quel que soit l'angle de tir et quels que soient les cahots de la route, grâce à la compression initiale qu'on lui donne. Cette compression (qui paraît être voisine de 250 kg) peut être réglée au moyen de la vis de tension G traversant le talon de culasse C et servant à réunir celui-ci au cylindre de frein. Le ressort ainsi comprimé a une longueur voisine de 2 m. La course de la pièce dans le berceau est d'environ $1^{m},20$, ce qui correspondrait à une compression du ressort récupérateur un peu supérieure à 600 kg.

Ce dispositif ne comporte qu'un seul joint à maintenir étanche, celui par lequel la tige du piston pénètre dans le cylindre à travers la tête *b* de celui-ci ; c'est cette tête qui porte les trous de remplissage et de vidange.

On a très facilement accès à cette pièce : il suffit de diminuer la compression initiale du récupérateur en agissant sur la vis G (1), puis d'enlever le chapeau anté-

(1) On emploie à cet effet une sorte de clef en forme de volant dont on coiffe la tête de la vis au moment du besoin.

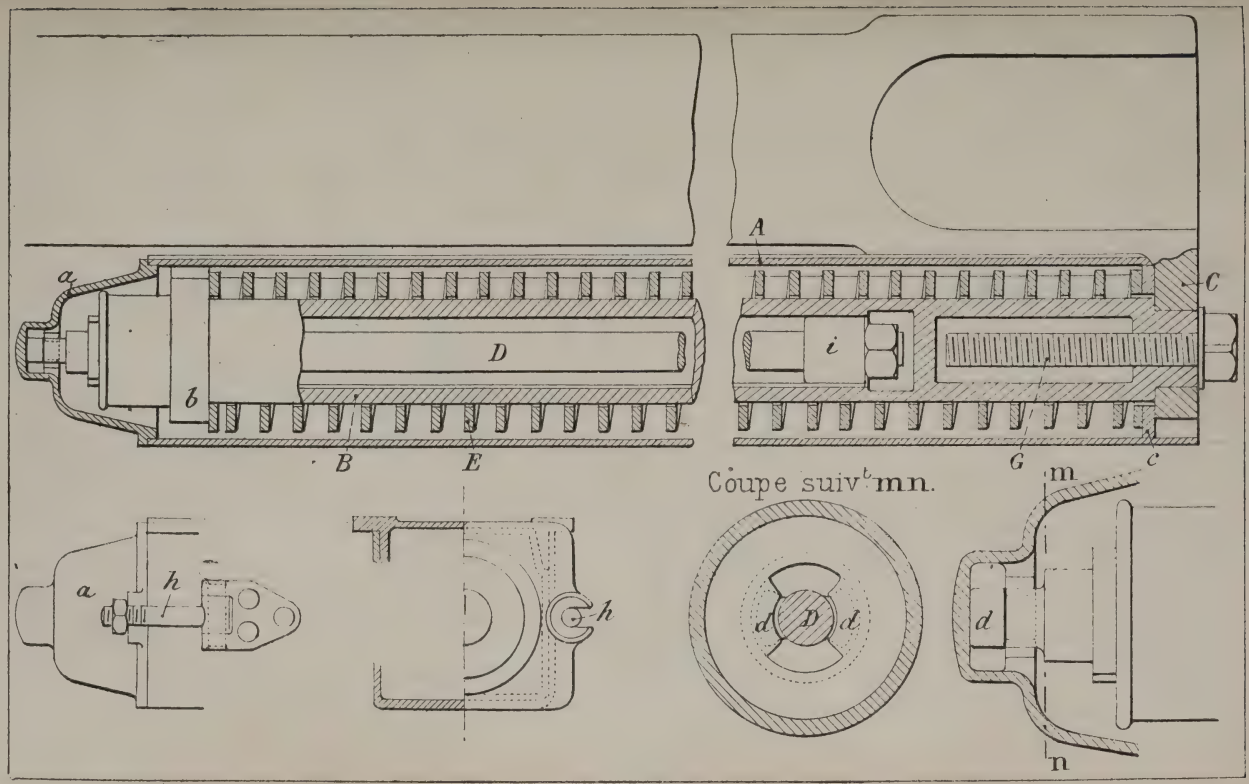


Fig. J. — Frein du canon de campagne à recul sur l'affût.

rieur *a* du berceau [1]; cette opération ne demande que quelques secondes. Si l'on veut de plus changer un ressort, il faut dévisser complètement la vis de tension, ce qui permet d'enlever à la fois le cylindre et le ressort.

Mécanisme de culasse (fig. K, L, M, N). — Le système de fermeture de culasse est du type connu sous le nom de *Leitwellverschluss :* le glissement vers la droite du coin de fermeture A, qui produit l'ouverture, résulte d'une rotation de 190° imprimée avec le levier M à l'*arbre de commande* (*Leitwelle*) horizontal L.

Cet arbre est logé en partie dans la face supérieure du coin, et en partie dans la face correspondante du logement de ce coin, c'est-à-dire dans la pièce elle-même.

Il porte à sa surface :

1° Quelques filets de vis *à pas très allongé,* pouvant entrer en prise avec les filets correspondants de l'écrou d'arbre de commande Q qui sont pratiqués dans la pièce;

2° Un verrou *v,* sorte de tenon en forme de filet de vis *à pas très court,* qui peut pénétrer dans une mortaise correspondante de la pièce.

Pour ouvrir la culasse, on ramène en arrière le levier M, ce qui fait tourner l'arbre de translation de 190°. Au début de ce mouvement, le verrou *v* prenant appui sur la paroi inclinée de sa mortaise produit le décollement de la culasse et un léger déplacement du coin vers la droite. Dès que ce verrou est dégagé, les filets à pas très

---

(1) Le chapeau *a* est assemblé avec le berceau au moyen de deux boulons à charnière *h*. Sa plaque de fond présente deux secteurs évidés et deux secteurs pleins derrière lesquels peuvent s'engager les deux ailettes *dd* qui terminent la tige D du piston. Après avoir enlevé les boulons à charnière, on fait tourner le chapeau de 90°, ce qui amène les secteurs évidés en face des ailettes *d* et permet de retirer le chapeau.

La tête de piston *i* porte à sa partie inférieure un ergot en saillie qui glisse dans une rainure longitudinale du cylindre et empêche la tige de piston de tourner, les ailettes *d* restent ainsi constamment horizontales.

Ce dispositif fait l'objet d'un brevet français récent (Brevet n° 320 759, du 29 avril 1902).

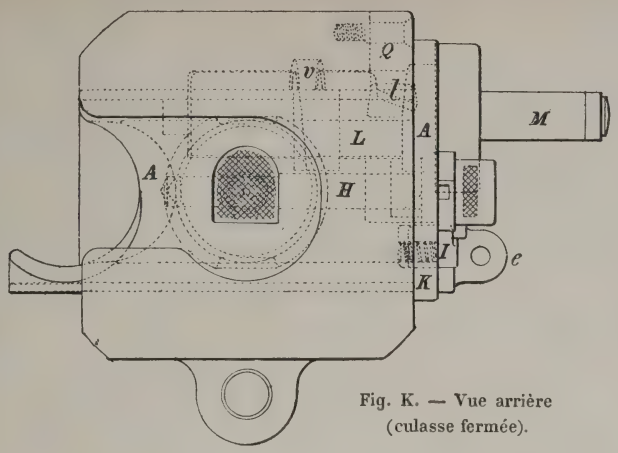


Fig. K. — Vue arrière
(culasse fermée).

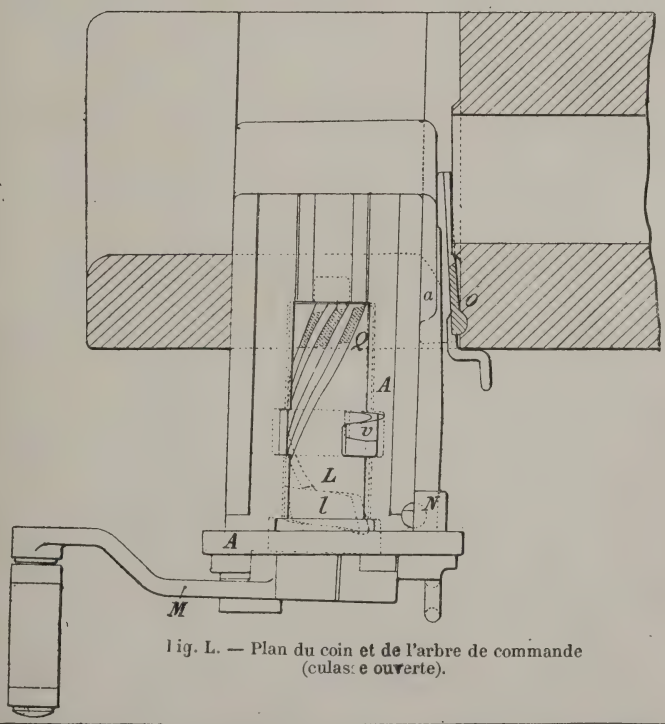


Fig. L. — Plan du coin et de l'arbre de commande
(culasse ouverte).

Fermeture Krupp à coin horizontal et arbre de commande (*Leitwellverschluss*).

allongé entrent en prise et produisent un mouvement de glissement rapide.

La fermeture s'exécute par l'opération inverse : les filets à pas allongé déplacent rapidement le coin vers la gauche, et le verrou en entrant dans sa mortaise inclinée achève le mouvement et assujettit le coin à sa position exacte de fermeture. A ce moment les filets à pas allongés de Q ne sont plus en prise, car ils se trouvent en face de l'évidement *l* de l'arbre de commande.

Vers la fin du mouvement d'ouverture, les épaulements *a* du coin viennent frapper une saillie de l'extracteur et font basculer ce dernier autour d'un renflement *o* à surface cylindrique qu'il porte vers sa droite et qui lui sert de pivot. Ses griffes, déjà en prise avec le bourrelet de la cartouche, sont ainsi brusquement projetées vers l'arrière et produisent l'éjection de la douille.

Mise de feu. — Elle est du système avec *détente à répétition* (*Repetier-Spannabzug*).

Pour faire partir le coup, le servant tire brusquement vers l'arrière un cordon muni d'une poignée et fixé par un crochet à l'œil *e* (fig. K) de la détente E (*Abzugstück*). La détente, tournant alors autour de son axe, agit sur le petit bras de la gâchette D (*Spannstück*) par l'intermédiaire d'un taquet ou verrou F qui peut prendre un léger mouvement de glissement dans le sens vertical (fig. O). Le petit bras de la gâchette ramène alors le percuteur B en arrière en comprimant son ressort C (fig. N).

Le taquet F, logé dans la détente E, n'est en prise avec la gâchette D que par sa tête *g* qui s'appuie contre la paroi *d* d'un évidement pratiqué dans la face inférieure de cette gâchette.

A la fin du mouvement de E, l'arête inférieure de *d* qui est en prise avec le taquet F rencontre un plan incliné *r* ménagé sur la tête de celui-ci. Elle force le taquet à s'effacer vers le bas en comprimant son petit ressort *f*,

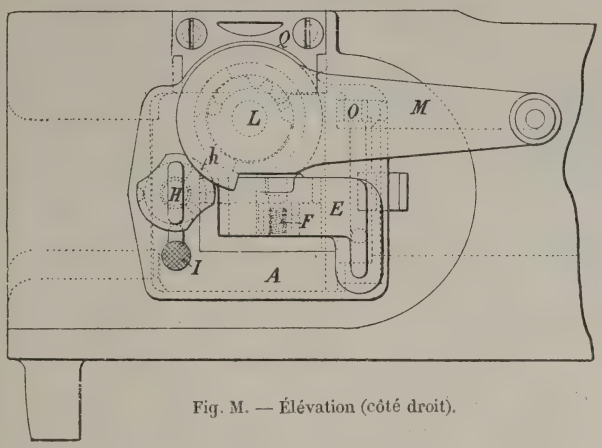


Fig. M. — Élévation (côté droit).

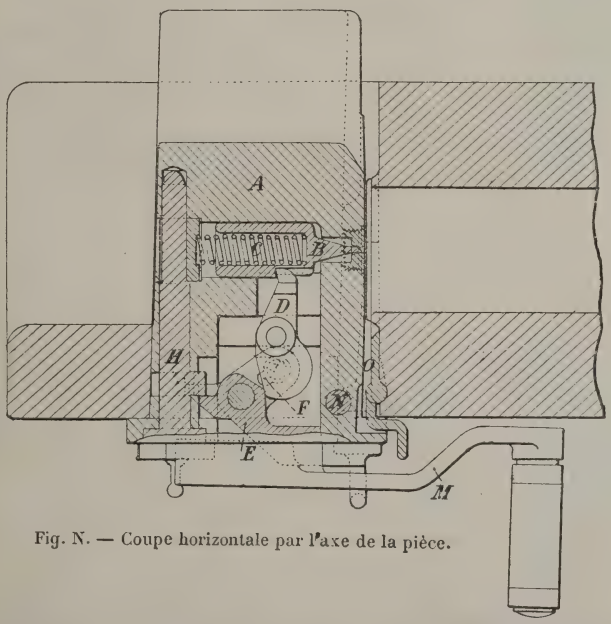


Fig. N. — Coupe horizontale par l'axe de la pièce.

Fermeture Krupp à coin horizontal et arbre de commande (*Leitwellverschluss*).

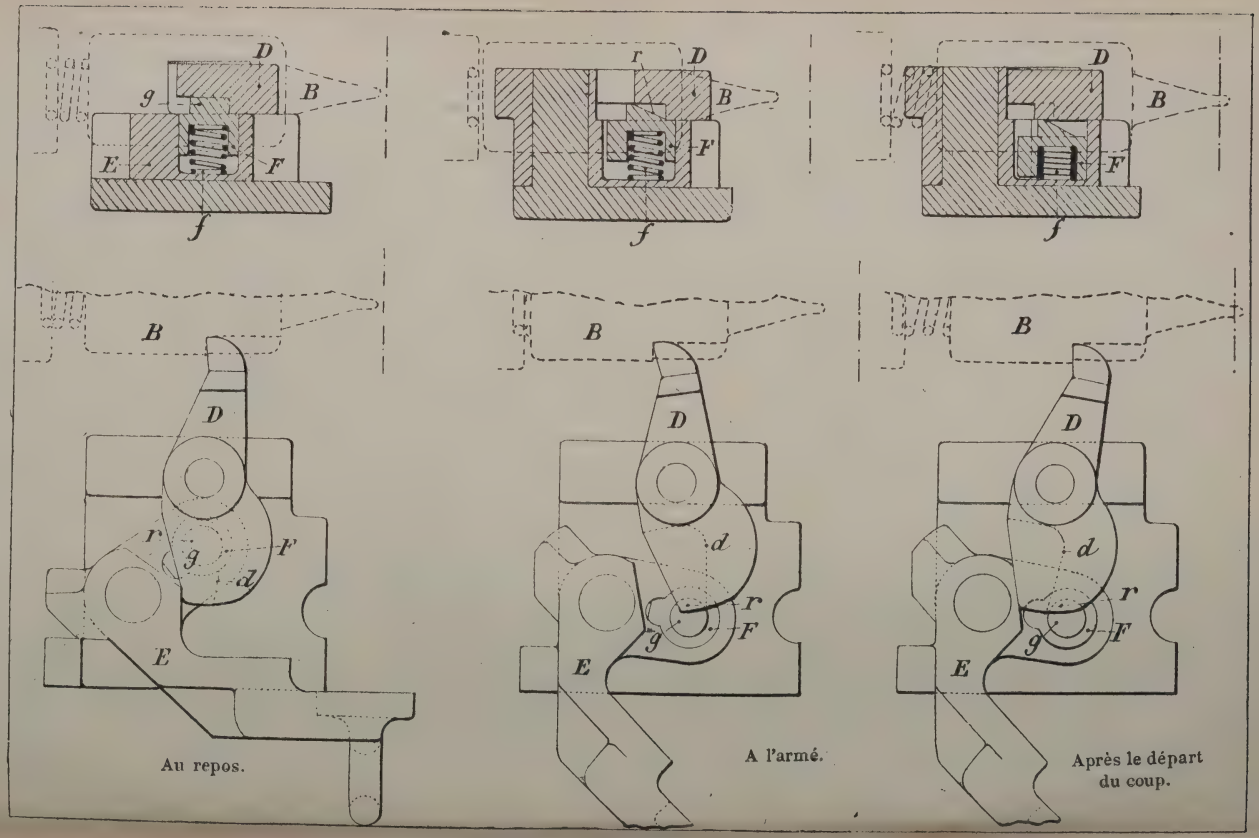


Fig. 9. — Mécanisme de mise de f

et la gâchette devenue libre chasse en avant le percuteur qui vient frapper l'amorce de la douille.

On comprend facilement qu'avec un pareil système il soit facile de renouveler à volonté la percussion. Il suffit en effet d'avoir un ressort qui ramène automatiquement la détente E à sa position normale, ou plus simplement de ramener celle-ci à la main comme dans la fermeture du canon Krupp C/99 à tir rapide (1).

Le dispositif de sûreté comporte un verrou de sûreté H (*Sicherungsbolzen*) dont la tête présente deux entailles en forme d'arcs de cercle avec les inscriptions *sicher* et *feuer*. A la position de sûreté (fig. M) une saillie du contour de la tête du verrou est logée dans une entaille correspondante *h* de l'arbre L; elle s'oppose à la rotation de cet arbre et par suite à l'ouverture de la culasse. En outre, un ergot du verrou de sûreté H engagé derrière le nez postérieur de la détente E (fig. N) enraie celle-ci et empêche de mettre le feu. Un linguet I à ressort maintient le verrou en place.

Pour passer de la position de sûreté à la position de tir, il suffit de faire tourner la tête du verrou de 90° après avoir appuyé sur la tête quadrillée du linguet I de façon à le dégager.

Appareil de pointage (fig. P). — La pièce modèle 1902 est munie d'un appareil de pointage très perfectionné dont voici l'organisation générale (2) :

La tête de la hausse porte, accouplés dans une même boîte rectangulaire, un *chercheur* (*Sucher*) et une *lunette à prismes* (*Prismenfernrohr*). Le chercheur sert à donner grossièrement la direction au moyen d'une croisée de fils ou d'un appareil du genre Grubb; il suffit dans le cas du

(1) Voir *Le canon de campagne Fried. Krupp à tir rapide* C/99, par le général Wille. Berlin, Eisenschmidt, 1900.

(2) Une description plus détaillée de cette hausse sera donnée prochainement dans la *Revue d'artillerie*.

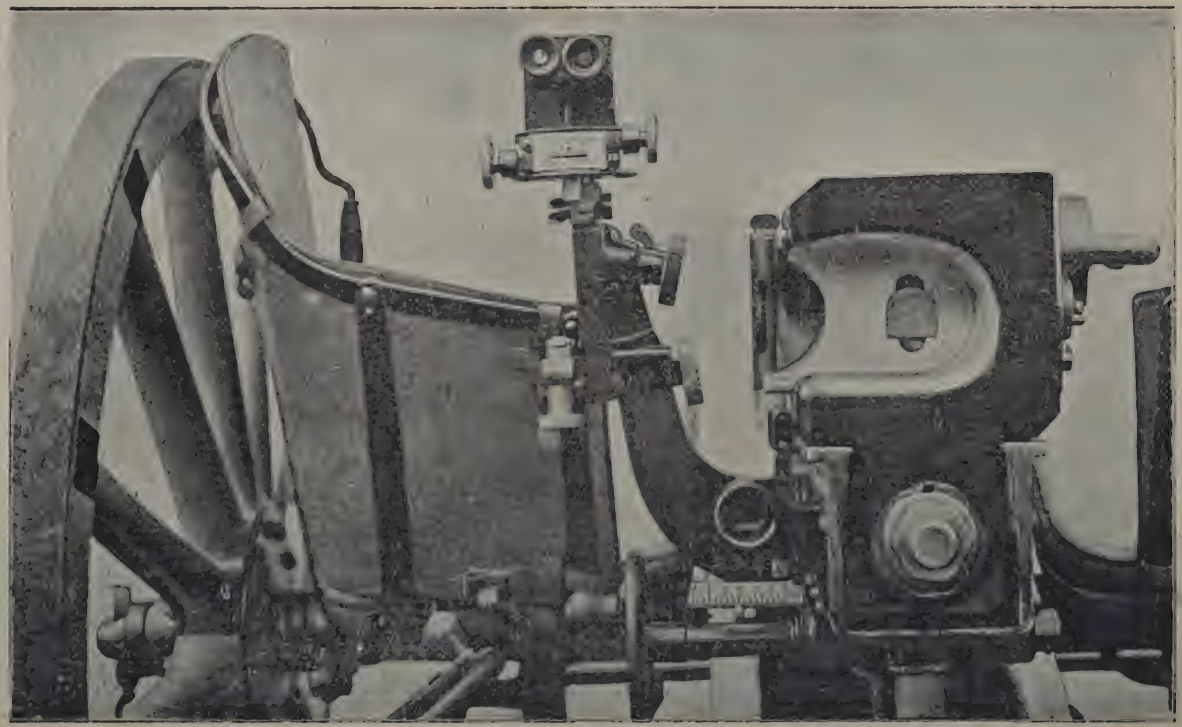


Fig. P. — Appareil de pointage du canon de campagne Krupp à recul sur l'affut modèle 1902

tir à courte distance. On emploie la lunette pour pointer sur les objectifs éloignés.

L'ensemble peut faire un tour d'horizon complet sur un cercle horizontal gradué en degrés (1) et porté par la tige de hausse.

Deux petits tambours à tête molettée (2), donnant le 1/20e de degré, permettent, l'un de corriger la dérivation, l'autre d'achever de donner l'angle de direction qui a été dégrossi à l'aide du cercle gradué en degrés. Les deux opérations qui consistent à corriger la dérivation et à donner l'azimut sont donc indépendantes l'une de l'autre, de même qu'avec certaines hausses, l'angle de site et l'angle d'élévation se donnent séparément.

La tige de hausse est graduée en degrés et distances; elle porte un niveau pour le tir indirect et la mesure de l'angle de site. Un autre niveau placé sur la douille de cette tige indique l'inclinaison des roues et permet de la corriger.

Près du volant de pointage en direction se trouve un index dont les déplacements sur une graduation fixe (3 degrés à droite, 3 degrés à gauche) correspondent aux déplacements latéraux du berceau (3).

Les pièces à recul sur l'affût tirent les mêmes cartouches que les pièces à bêche élastique (voir ci-dessus, p. 262).

Les principales différences entre les modèles 1901 et 1902 sont les suivantes :

L'affût modèle 1901 porte une bêche de crosse fixe;

(1) D'après les *Jahrbücher*, n° 371, cet organe correspond en principe au « goniomètre » de la pièce française de 75.

(2) Analogues au « tambour » de la pièce française d'après les *Jahrbücher* (*loc. cit.*).

(3) Toutes les opérations du pointage en hauteur et en direction sont effectuées par un seul canonnier.

On semble attacher en Allemagne beaucoup d'importance à la réunion de ces diverses opérations entre les mains du même servant, et on préfère de beaucoup ce système à celui de la division du travail entre les deux servants principaux.

celle du modèle 1902 est articulée, et peut se relever sur la crosse pendant les routes, ce qui est avantageux dans les terrains accidentés.

Le modèle 1901 est muni de sièges d'essieu métalliques articulés qui peuvent se déployer au moment du tir de façon à former des boucliers(1) [leur manœuvre ressemble quelque peu à celle des chaises de jardin pliantes]; le modèle 1902 possède les sièges d'essieu habituels (2) et peut recevoir, selon les demandes, des boucliers de formes variées.

Enfin, dans le type 1901, les flasques passent sous l'essieu qui est porté par des encastrements spéciaux; dans le type 1902, les flasques affectent vers l'avant une forme courbe qui a permis de loger les extrémités de l'essieu dans la partie relevée de la flèche (fig. I).

Canon de campagne de 75mm à recul sur l'affût, avec frein à friction.

Cette pièce a le même aspect extérieur que les autres pièces à recul sur l'affût, mais le frein hydraulique y a été, *à titre d'essai,* remplacé par un frein à friction. Sur la pièce sont fixées des lames qui reculent avec elle en traversant un autre système de lames fixé à l'affût (3). Le serrage se règle automatiquement de façon à faire varier la résistance, selon le besoin, pendant le recul et le retour en batterie.

---

(1) Ces boucliers, trop petits et placés trop loin des servants, ont paru fournir une protection insuffisante. La maison Krupp semble préférer actuellement un autre type où les deux boucliers réunis au-dessus de la pièce ne forment plus qu'une seule plaque avec une fenêtre centrale pour le passage de la pièce. Nous aurons l'occasion d'en parler dans la prochaine livraison. Les boucliers de la pièce récemment essayée en Suisse sont de ce dernier modèle.

(2) Un volant placé à portée de ces sièges d'essieu permet aux servants d'actionner pendant la route le frein de roues; celui-ci peut aussi servir pendant le tir grâce à un volant *d* situé à portée du pointeur.

(3) C'est le système bien connu jadis employé dans la marine.

La pièce est ramenée à sa position de tir par un récupérateur à ressort, comme dans les modèles précédents.

Cet essai ne semble pas avoir donné des résultats bien satisfaisants.

Avant-train de campagne (fig. Q).

L'exposition Krupp comprenait deux modèles d'avant-train de campagne, l'un destiné aux pièces à bêche élastique, l'autre aux pièces à recul sur l'affût. Dans les deux modèles, le coffre et les armons sont en acier ; l'essieu, le timon et la servante sont constitués par des tubes d'acier.

Ces avant-trains ne se distinguent que par le mode de chargement : dans le premier, les cartouches sont réparties par 4 dans 10 caisses en tôle d'acier (40 coups); dans le second (fig. Q), elles sont disposées horizontalement par 4 (1) dans 11 paniers en rotin garnis de paillassons en jute faciles à enlever.

Trois servants peuvent prendre place sur chaque siège d'avant-train.

N. B. — Toutes les roues, aussi bien celles de l'affût que celles de l'avant-train, sont du type Krupp adopté par l'artillerie allemande pour le matériel modèle 1896 (2). On sait que, dans ces roues, les rais, au lieu de pénétrer par leur tenon terminal dans la jante qui se trouve ainsi découpée et affaiblie, viennent reposer dans des espèces de sabots à manchon qui embrassent la jante ; en outre, la roue ne comprend plus que 3 jantes au lieu de 6 (une jante pour quatre rais).

---

(1) Ces quatre cartouches sont rangées en deux couches et placées de façon que la tête d'une cartouche inférieure corresponde au culot des cartouches situées immédiatement à côté et au-dessus.

(2) Voir *Revue d'artillerie*, t. **55**, p. 433.

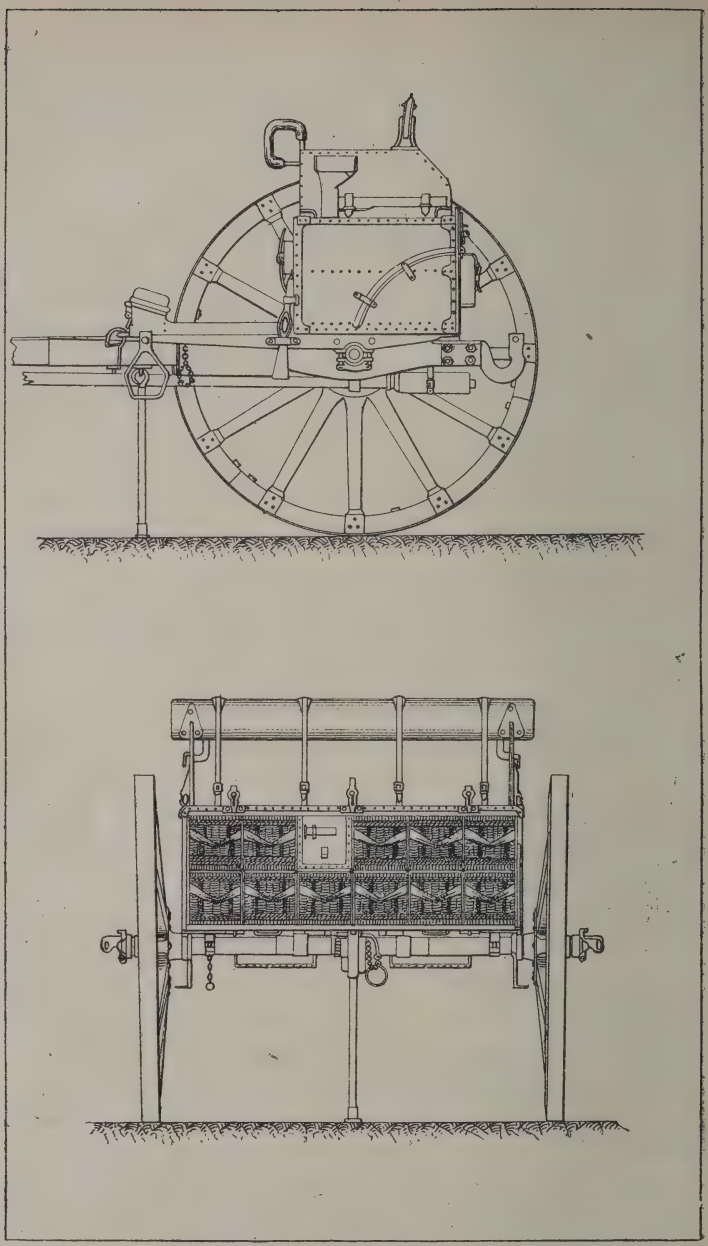


Fig. Q. — Avant-train du canon de campagne de 75mm à recul sur l'affût.

Données numériques. (Canons de campagne.)

		CANON de campagne de 75mm sur affût à bêche de crosse élastique.		CANON de campagne de 75mm à recul sur l'affût.	
		Modèle 1901.	Modèle 1902.	Modèle 1901.	Modèle 1902
Longueur de la bouche à feu	m	2,25		2,25	
— en calibres		30		30	
Poids de la bouche à feu avec fermeture	kg	350		397	380
Poids approximatif des boucliers	—			50*	
— de l'affût	—	596	615	603	555
— de la pièce en batterie	—	946	965	1000	935
Pression de la crosse sur le sol	—	68	73	65	
Poids de l'avant-train vide	—	426		400	
— de l'avant-train chargé	—	790		796	
Nombre de coups dans l'avant-train		40		44	
Poids de la voiture-pièce	kg	1736	1755	1796	1731
Hauteur de l'axe de la pièce	m	0,925	0,93	0,96	0,99
Largeur de la voie	—	1,48		1,48	
Diamètre des roues	—	1,30		1,30	
Largeur de la jante	—	0,07*		0,07*	
Angle de tir maximum		18°		16°	
— minimum		— 10°		— 8°	
Champ de tir latéral dans chaque sens		3°		3°	
Poids de la charge (poudre sans fumée en rondelles élastiques)	kg	0,465		0,465	
Poids du projectile	—	6,5		6,5	
Nombre de balles du shrapnel		295		295	
Poids d'une balle	gr	11		11	
— de la cartouche complète	kg	8,14		8,14	
— de la charge d'éclatement	—			0,075*	
Vitesse initiale	m	500		500	
Portée maximum. Tir percutant	—	6750		6750	
Portée maximum. Tir fusant	—	5500		5500	
Durée de combustion de la fusée	sec	20		20	

N. B. — Les chiffres marqués d'un astérisque sont empruntés à divers organes de la presse militaire étrangère (*Revue militaire suisse,* etc.); les autres sont extraits du catalogue de la maison Krupp.

Voici, à titre de renseignement sur la justesse de ces pièces, quelques résultats obtenus dans des tirs exécutés en 1901 au polygone de Meppen.

Tir de précision à 1 000 m [1]. (Sur cibles verticales.)

		1er TIR. — 12 coups en feu lent.	2e TIR. — 12 coups en feu rapide avec repointage. Durée du tir : 43 secondes.	3e TIR. — 12 coups en feu rapide sans repointage. Durée du tir : 30 secondes.
		cm	cm	cm
Écart moyen . . .	En hauteur. . . .	27,0	27,5	34,5
	En direction . . .	25,4	37,3	52,2
Écart probable . .	En hauteur. . . .	22,9	23,2	29,2
	En direction . . .	21,4	31,5	44,1

Tir de précision à 1 800 m (2).

Vitesse initiale. . . . . 484 m
Poids du projectile. 6kg,360
— de la charge. . . . . 0 ,440

a) *Avec repointage à chaque coup.*

PORTÉE.	ÉCART EN DIRECTION.
m	m
1 790	9,2
1 792	9,5
1 794	9,4
1 795	8,0
1 796	8,3
1 797	9,0
1 798	8,5
1 816	10,6
1 818	9,2
1 821	10,5

Point d'impact moyen en portée.	m	1 801,7
— en direction.	—	9,2 à gauche.
Dispersion totale en portée	—	31,0
— en direction	—	2,6
Écart probable en portée	—	8,45
— en direction	—	0,50

(1) Renseignements extraits d'un catalogue de la maison Krupp.
(2) Renseignements extraits de la *Revue militaire suisse*, octobre 1901.

b) *Sans repointage.*

(Durée de la salve : 26 secondes.)

PORTÉE.	ÉCART EN DIRECTION.
m	m
1 821	65,6 coup éjaré.
1 901	67,5
1 925	66,3
1 947	69,5
1 948	68,3
1 949	68,3
1 952	69,0
1 954	69,0
1 964	70,0
1 965	71,1

Point d'impact moyen en portée.	m	1 945
— en direction.	—	68,8 à gauche.
Dispersion totale en portée	—	64
— en direction	—	4,8
Écart probable en portée	—	12
— en direction	—	0,85

Obusiers de campagne (pl. I, fig. 7 et 8).

Obusier de campagne de 10^{cm} à bêche élastique. — Il est monté sur un affût rigide dans lequel le recul est limité par une bêche et une colonne de ressorts comme dans l'affût pour canon de campagne du même système et ne présente rien de spécial (fig. 7). La pièce repose directement sur l'affût par ses tourillons et ne possède pas par suite de système de pointage latéral. Cet obusier ressemble à l'obusier léger de 10^{cm},5 mod. 98, réglementaire en Allemagne [1].

Obusier de campagne de 11^{cm} à recul sur l'affût (fig. 8). — Cette bouche à feu est munie d'un frein hydraulique et d'un récupérateur à ressorts comme les canons de

(1) Voir *Revue d'artillerie,* t. 56, p. 398.

campagne du même type, mais comme elle doit pouvoir servir au tir sous de grands angles (jusqu'à 40°), on a dû organiser l'affût d'une façon particulière.

Les flasques de l'affût inférieur sont considérablement exhaussés à l'avant pour recevoir les tourillons d'un porte-berceau de hauteur exceptionnelle, sur la partie antérieure duquel le berceau lui-même repose par l'intermédiaire d'un pivot. Grâce à ce dispositif, le berceau peut recevoir un déplacement latéral de 2° dans chaque sens par rapport au porte-berceau qui peut de son côté osciller autour d'un axe horizontal.

L'essieu est fortement coudé dans le plan vertical et la plaque de dessus de flèche largement échancrée de façon à permettre à l'ensemble mobile (pièce, berceau et porte-berceau) de prendre des inclinaisons considérables.

L'angle d'élévation est donné à l'aide d'un volant *a* agissant sur un train d'engrenages en prise avec un arc denté placé sous le porte-berceau dans le plan médian de l'affût.

Pour rendre le chargement possible dans le cas du tir sous de grands angles, on a disposé sur le côté de la pièce un *levier de chargement b,* qui permet d'amener d'un seul coup la bouche à feu à la position de chargement (en élevant simultanément la pièce, le berceau et le porte-berceau) et de lui rendre ensuite l'inclinaison convenable, sans que, dans ce mouvement, la ligne de visée soit déplacée (1).

Pendant les transports sur route, un verrou maintient tout le système dans une position invariable.

---

(1) Ce dispositif semble être analogue à celui que la maison Krupp a fait récemment breveter en France (Brevet n° 320329, du 10 avril 1902 : Mécanisme pour amener rapidement le canon de la position de tir dans la position de chargement et inversement).

Dans ce mécanisme, la première partie du mouvement de rotation du levier produit un débrayage de l'arbre horizontal à couronne dentée qui sert à donner l'angle d'élévation à la pièce en agissant sur l'arc denté du porte-berceau. Quand on rabat en avant le levier pour replacer la pièce à sa position de tir, le mécanisme est embrayé à nouveau automatiquement.

Les *organes de pointage* sont les suivants :

Une *alidade de visée cc* (*Visirlineal*) est mobile sur un *cercle de direction d*, gradué de 0° à 360° et monté sur un *porte-alidade p*. Ce dernier est supporté par l'*affût inférieur* et peut tourner autour des tourillons du porte-berceau; il est muni à sa partie arrière d'un arc gradué *g* pour le pointage en hauteur et porte également un niveau pour la mesure de l'angle de site.

L'arc gradué glisse dans un *index h* (indicateur d'élévation, *Höhenzeiger*) qui est relié au berceau par un bras rigide. On détermine l'angle de site en visant directement sur l'objectif; si cet angle est connu d'avance, le niveau du porte-alidade permet d'effectuer immédiatement la correction correspondante. On pourra ensuite, en faisant mouvoir simultanément le canon et le berceau, placer l'indicateur d'élévation en face de la division de l'arc gradué correspondant à la distance. Dans les modifications subséquentes du pointage en hauteur, la position de la ligne de visée restera la même. Cet appareil permet donc, ayant évalué une première fois la correction initiale d'angle de site, de la conserver malgré les modifications qui seront faites à la distance.

Un niveau permet de corriger l'inclinaison des roues.

L'appareil de pointage en direction déplace le berceau avec la pièce; le mécanisme est organisé de telle sorte que le porte-alidade entraîné par l'indicateur d'élévation suit ce mouvement en restant toujours dans un plan vertical parallèle à celui de l'âme de la pièce.

L'alidade de visée avec la longue pièce qui la supporte, le tout nettement détaché du restant de l'affût, forme un ensemble d'organes très en l'air et très exposé non seu-

(1) D'après les *Jahrbücher*, n° 371 de 1902, le caractère distinctif de ce dispositif est que la ligne de visée est indépendante de la pièce. Cette revue ajoute que le pointage en hauteur est rendu tout à fait indépendant du pointage en direction.

D'après le journal *Die Post*, n° 351, cet appareil donne une *ligne de mire* indépendante (*unabhängige Visirlinie*) analogue à celle du canon français mod. 97.

lement au feu de l'ennemi, mais aussi aux chocs accidentels. Aussi ce dispositif est-il dès maintenant abandonné par la maison Krupp : un appareil basé sur le même principe, mais de construction plus ramassée, est, paraît-il, en expérience à Essen.

Les deux obusiers de campagne sont munis de la fermeture à coin décrite plus haut (*Leitwellverschluss*).

Ces deux pièces tirent des munitions séparées; les projectiles sont un obus brisant en acier, un obus-torpille, également en acier, et un shrapnel.

Données numériques. (Obusiers de campagne.)

		OBUSIER de campagne de 10cm sur affût à bêche de crosse élastique.	OBUSIER de campagne de 11cm à recul sur l'affût.
Longueur de la bouche à feu	m	1	1,32
— en calibres		10	12
Poids de la bouche à feu avec fermeture	kg	360	430
— de l'affût	—	607	5,0
— de la pièce en batterie	—	967	1 000
— de l'avant-train vide	—	473	
— de l'avant-train chargé	—	900	
Nombre de coups dans l'avant-train		27	
Poids de la voiture-pièce	kg	1 867	
Hauteur de l'axe de la pièce	m	0,85	0,975
Diamètre des roues	—	1,20	1,23
Largeur de la voie	—	1,48	1,48
Angle de tir maximum		40°	40°
— minimum		— 5°	— 5°
Champ de tir latéral dans chaque sens		0	2°
Poids de la charge de poudre sans fumée en lamelles (charge maximum)	kg	0,310	0,390
Poids du projectile. { Obus brisant / Obus-torpille / Shrapnel }	—	12	16
Nombre des balles du shrapnel		420	440
Poids d'une balle	gr	13	16
Vitesse initiale (charge maximum)	m	300	300
Portée maximum	—	6 150	6 150
Durée de combustion de la fusée	sec	35	35

Canons de montagne de 75mm
(fig. R et S et pl. II, fig. 1, 2, 3, 4).

Il en existe deux modèles, l'un avec bêche élastique, l'autre à recul sur l'affût.

Dans les deux modèles, l'affût inférieur se décompose pour le transport en deux parties; la limonière a ses deux bras articulés en leur milieu et les bâts employés sont munis de deux sangles.

Le démontage et le remontage sont faciles et rapides.

Les deux pièces tirent des cartouches complètes avec shrapnels en acier.

Canon de montagne de 75mm à bêche élastique. — Cette pièce (fig. R) était présentée à l'exposition démontée et chargée sur quatre mulets. Sa construction est analogue à celle du canon de campagne à bêche élastique.

Pour le transport sur bât (voir pl. II), les charges se décomposent de la façon suivante :

Tube avec fermeture de culasse et accessoires . .	kg	124
Partie antérieure de l'affût	—	81,5
— postérieure de l'affût avec limonière. . . .	—	87
Essieu et roues	—	74
Munitions (16 coups en 2 caisses).	—	128

Canon de montagne de 75mm à recul sur l'affût (1). — Pour appliquer au canon de montagne le principe du recul sur l'affût, il a fallu donner au berceau et à la flèche, par rapport à la bouche à feu, une longueur considérable (fig. S). Le tube ne repose pas directement sur le berceau, mais sur une plaque de coulissement ou traîneau (*Schlitten*) dont on peut facilement le séparer en

(1) Une pièce de montagne Krupp à recul sur l'affût, analogue à celle que nous décrivons ici, a été expérimentée en Suisse au mois de mai 1902. Ces essais paraissent avoir donné des résultats satisfaisants. (Voir *Revue militaire suisse,* août 1902, p. 680.)

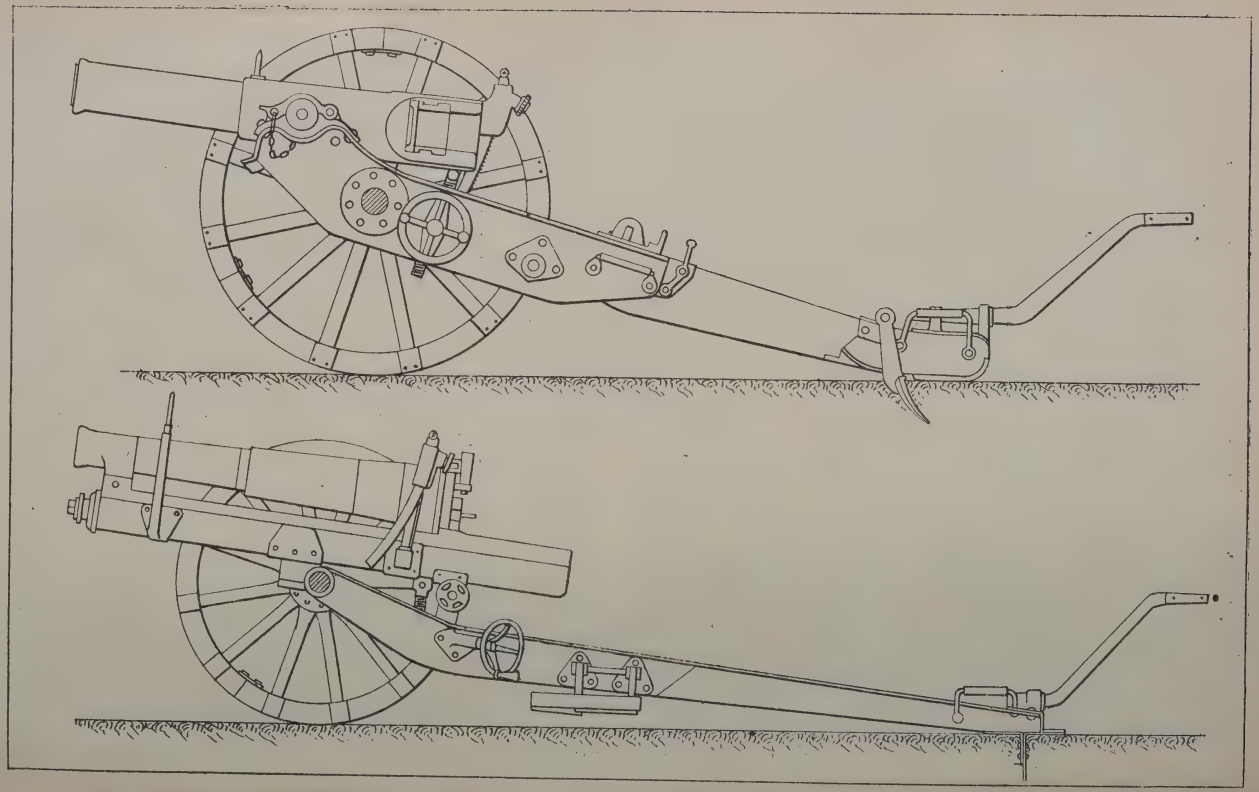


Fig. R. — Canon de montagne de 75mm à bèche de crosse élastique.
Fig. S. — Canon de montagne de 75mm à recul sur l'affût.

retirant une clavette. L'affût porte encore deux sièges qui, en raison de la faible hauteur de la pièce, servent au pointeur et au servant de culasse non plus à s'asseoir, mais à s'agenouiller.

La fermeture de culasse est du type à vis à levier horizontal, dont il sera question dans la prochaine livraison.

Le poids total de cette pièce est un peu supérieur (de 34 kg) à celui de la précédente.

Les charges sont réparties comme il suit :

Tube avec fermeture de culasse et accessoires . . .	kg	120
Berceau avec traîneau	—	132
Partie antérieure de l'affût et essieu	—	84
— postérieure de l'affût, roues et limonière . .	—	95
Munitions (12 coups en 2 caisses)	—	104

Données numériques. (Canons de montagne.)

		CANON de montagne de 75mm sur affût à bêche de crosse élastique.	CANON de montagne de 75mm à recul sur l'affût.
Longueur de la bouche à feu	m	1	1,05
— en calibres.		13	14
Poids de la bouche à feu avec fermeture de culasse	kg	105	105
Poids de l'affût.	—	224	260
— de la pièce en batterie	—	329	365
— de la pièce attelée	—	348	382
Hauteur de l'axe de la pièce	m	0,665	0,68
Diamètre des roues	—	0,87	0,8
Largeur de la voie	—	0,82	0,83
Angle de tir maximum.		17°	15°
— minimum		— 10°	— 10°
Poids de la charge.	kg	0,11	0,13
— du projectile.	—	5,3	5,3
Nombre de balles du shrapnel (balles de 11 gr).		225	225
Poids de la cartouche complète.	kg	6,2	6,35
Vitesse initiale.	m	275	275
Portée maximum.	—	3 400	3 400
Durée de combustion de la fusée	sec	20	20

Canon colonial de 60mm (pl. II, fig. 5, 6 et 7).

Cette pièce est construite de façon à pouvoir être transportée à bras d'hommes dans les pays où, pour une raison quelconque, on ne peut employer des animaux de bât.

Dans ce cas, la bouche à feu (80 kg) exige deux hommes et l'affût avec les roues (164 kg) quatre hommes; le fardeau est supporté par des leviers spéciaux que les porteurs placent sur leurs épaules (1) [fig. 6 et 7].

Si le terrain se prête au roulement, la pièce est montée sur roues et le personnel la traîne à l'aide d'un timon.

Le montage, ou le démontage, demande 1 minute environ.

L'affût est du type rigide ordinaire; il porte une bêche de crosse à rabattement, articulée au bout de la crosse et maintenue à sa position de tir par une cheville.

La fermeture est à coin vertical, avec percuteur à armement automatique.

Le canon colonial de 60mm tire des cartouches complètes (obus en fonte, shrapnel en acier et boîte à mitraille).

Données numériques.

Longueur de la bouche à feu	mm	900
Poids de la bouche à feu	kg	80
— de l'affût.	—	150
— de la pièce en batterie.	—	230
— du timon	—	5
— des quatre leviers de transport.	—	9
Hauteur de l'axe de la pièce.	mm	620

(1) C'est le système employé, pour le transport des personnes, par les Chinois porteurs de *chaises* à Hong-Kong et par les *bourjanes* à Madagascar.

N. B. — On peut remarquer, en passant, qu'une charge utile de 40 kg par porteur est assez considérable et qu'il faudrait en tout cas des équipes de porteurs de rechange.

Voie	mm	740
Diamètre des roues	—	840
Champ de tir vertical		— 10° à + 20°
Poids du projectile	kg	3
— de la charge	—	0,08
Nombre des balles du shrapnel (de 10gr,3)		100
Poids de la cartouche complète	kg	3,48
Vitesse initiale	m	300
Portée maximum. Tir percutant	—	4 200
Portée maximum. Tir fusant	—	3 900
Durée maximum de combustion de la fusée	sec	17

J. Pesseaud,
Capitaine d'artillerie.

(*A suivre.*)

MÉTHODES DE TIR

DE

L'ARTILLERIE DE CAMPAGNE

RUSSE

Les règles de tir actuellement en usage dans l'artillerie de campagne russe datent de 1900 (1). Elles s'appliquent aux batteries légères, aux batteries lourdes et aux batteries à cheval.

Les batteries lourdes disparaissant progressivement, nous ne nous occuperons donc que des batteries légères et des batteries à cheval, qui comportent les premières 8 pièces, les secondes 6 pièces.

---

(1) Les règles de tir de 1891, publiées dans la *Revue d'artillerie* en 1892 (t. **40**, p. 201), sont assez différentes de celles qui ont été adoptées en 1900 pour qu'il ait paru nécessaire d'exposer ces dernières dans leur ensemble. Les nouvelles règles, bien qu'elles se rapprochent sur certains points des anciennes, sont énoncées dans un ordre nouveau; elles sont précédées de généralités intéressantes, sont un peu plus précises et marquent en somme un progrès.

Le calibre du canon est de 86^{mm},4.

Les munitions employées sont :

L'obus (*granata*), avec fusée percutante (*oudarnaïa troubka*);

Le shrapnel (*shrapnel*), avec fusée à double effet (*troubka dvoïnogo diéistvia*);

La boîte à mitraille (*kartetch*).

Le poids du projectile est de 7 kg.

La charge est de 600 gr de poudre sans fumée.

La hausse (*vysota pritsiela*) et la dérive (*otklonenie tsielika*) s'expriment en lignes. Il en est de même de la durée de fusée correspondant à une hausse donnée.

6 lignes valent un degré.

1 ligne (*linia*) est représentée par une longueur de 2^{mm},54 et correspond à une augmentation de portée qui varie de 40 à 60 m (en moyenne 50 m [1]) aux grandes et aux moyennes distances, de 60 à 100 m (en moyenne 80 m) aux petites distances.

Les petites distances s'étendent jusqu'à 1 650 m, les moyennes distances, jusqu'à 2 750 m et les grandes jusqu'à 3 850 m.

L'écart probable en portée est d'environ 25 m à toutes les distances. L'écart probable de la fusée est de 17 m aux petites distances, de 25 m aux moyennes et de 34 m aux grandes.

Pour le tir indirect, on emploie le niveau de pointage (*kvadrant*) mod. 1899 (2), qui est gradué en divisions correspondant aux lignes de la hausse, et le goniomètre dont les divisions valent 3 lignes 1/2 de dérive.

---

(1) Nous admettrons, dans notre exposé, qu'une ligne de hausse correspond à une augmentation de portée de 50 m, deux lignes à 100 m, et ainsi de suite.

(2) La description de ce niveau a été donnée dans la *Revue d'artillerie*, t. 56, p. 216.

RÈGLES GÉNÉRALES

Reconnaissance du commandant de batterie.

Le commandant de batterie reconnaît tout d'abord le but à battre, en s'aidant au besoin d'éclaireurs d'objectif. Il en détermine la position, l'étendue et la distance. Pour la distance, il se sert d'un télémètre ou de la carte, ou il l'apprécie à vue; il peut aussi utiliser les renseignements provenant de tirs antérieurs.

Sa reconnaissance doit s'étendre :

Au terrain qui avoisine le but et dont la forme pourra influer sur l'observation des coups et l'efficacité du tir ;

Aux abris naturels ou artificiels qui peuvent couvrir le but;

Au choix d'un but auxiliaire.

C'est par le tir qu'il complétera sa reconnaissance, mais il faut qu'avant l'ouverture du feu il soit fixé sur les questions suivantes :

Avec quelle hausse et quelle dérive ouvrira-t-on le feu ?

Faut-il se servir de la hausse ou du niveau de pointage ?

Sur quel point de l'objectif réglera-t-on le tir et comment en faire brièvement la désignation ?

Il choisit enfin la place qui lui permettra d'observer le mieux son tir, tout en surveillant sa batterie, et il s'adjoint au besoin un observateur auxiliaire.

Observation des coups.

L'observation exacte des points de chute ou des points d'éclatement est la base de tout bon tir.

Si le poste d'observation le plus favorable est trop loin de la batterie pour que le commandant de batterie

puisse l'utiliser personnellement, il y envoie un observateur auxiliaire, avec un ou plusieurs hommes de liaison.

Le rôle de cet observateur consiste à donner des indications sur l'allure générale du tir, notamment sur les résultats du réglage percutant, à faire savoir si les coups sont dans leur ensemble courts ou longs, si les éclatements se produisent devant ou derrière le but et si, au début, ils ne sont pas trop courts. Il ne communique qu'exceptionnellement les résultats de coups isolés.

A l'occasion, on peut employer, pour les communications, des signaux optiques, le téléphone, les ballons captifs.

Il est bon de se servir d'une lorgnette pour observer les coups; cependant, quand l'observation est facile, et surtout aux petites distances, on peut observer à l'œil nu.

Pour le réglage du tir, on choisit la partie du but qui se prête le mieux à l'observation. Si le vent souffle transversalement, il y a intérêt à prendre la partie du but qui se trouve du côté d'où vient le vent (par exemple, la pièce d'aile d'une batterie ennemie).

Quand plusieurs batteries règlent leur tir sur un même objectif, il importe de choisir les points de réglage de chacune d'elles assez distants les uns des autres.

Observation des coups percutants. — Les points de chute ou d'éclatement sont observés en portée et en direction.

La distinction des coups courts et longs exige une certaine habitude de l'œil.

Quant à l'écart en direction, on peut l'estimer en unités de dérive, au moyen d'une réglette tenue à la main.

La fumée des éclatements permet d'apprécier la portée des coups; on peut aussi utiliser les renseignements fournis par la poussière, la terre ou l'eau soulevées par le projectile au moment de sa chute.

Il ne faut pas mettre trop longtemps d'avance les yeux à la lorgnette, pour ne pas les fatiguer; il ne faut pas non plus regarder trop longtemps dans la lorgnette après que

le projectile a éclaté, ce serait une cause d'erreurs d'observation dans le cas où le vent viendrait à entraîner la fumée de l'autre côté du but.

Ce sont les coups près du but qui exposent le plus aux observations erronées.

En guerre, on reconnaîtra les coups qui portent, par l'effet produit.

Quand on n'observe pas facilement la fumée des coups isolés, on procède par *salves* sans répartition de feu. Les salves sont également employées lorsqu'on craint de confondre ses coups avec ceux d'une autre batterie.

Si le poste d'observation est sur le côté de la batterie, du côté droit par exemple, les coups courts sont ceux que l'on voit à gauche du but, les coups longs à droite, à condition qu'ils soient en direction.

Après trois coups non vus, on change la hausse. Il y a lieu de tenir compte des formes du terrain dans le voisinage du but, lesquelles peuvent masquer les points de chute.

La fourchette à laquelle on s'arrête doit reposer sur des observations certaines.

Des salves réparties sur toute la largeur du but sont utiles, lorsqu'on veut éclairer, par des coups longs, un but peu visible.

Observation des coups fusants. — Il faut, pour qu'on puisse observer le sens des coups fusants par rapport au but, que les éclatements soient suffisamment bas. L'écart en direction et la hauteur d'éclatement peuvent, dans tous les cas, être toujours appréciés.

Le tir des shrapnels avec fusée fusante peut donner lieu à des coups percutants ou à des coups fusants. Ces derniers se classent ainsi qu'il suit :

a) Les *coups qui éclatent avec un retard;* ce sont ceux qui touchent terre avant que la fusée fasse éclater le projectile; on les reconnaît soit qu'on voie le nuage de

fumée commencer par s'élever, soit qu'on voie effectivement le projectile toucher terre avant d'éclater.

b) Les *coups bas;* ils permettent de distinguer un coup court d'un coup long.

c) Les *coups à hauteur normale* sont ceux qui donnent, avec la hausse convenable, le maximum d'efficacité.

La hauteur normale correspond au plus à 2 lignes de hausse. L'intervalle d'éclatement d'un coup à hauteur normale est donc au plus de 100 m.

Dans le tir aux petites distances, les coups à hauteur normale sont toujours vus bas, en raison de la tension de la trajectoire ; on peut par suite observer leur sens.

d) Les *coups hauts* sont ceux dont la hauteur d'éclatement dépasse la hauteur normale. Ils peuvent se produire, en raison de la dispersion, même avec une fusée convenablement réglée.

Ceux dont la hauteur dépasse 4 lignes sont dits *très hauts;* ils se produisent avec une fusée disposée pour une distance trop rapprochée, ou une fusée défectueuse.

Conditions d'un tir réglé.

S'agit-il de battre une zone, il suffit, lorsqu'on fait un *tir percutant,* que les coups qui tombent en dehors de la zone se partagent également en coups courts et longs, en coups à droite et à gauche.

Contre un but mince, il faut égalité de coups courts et longs; contre un but profond, une majorité de coups longs.

Dans le *tir fusant,* la durée de la fusée intervient. Aux petites distances, la trajectoire étant tendue, tous les éclatements sont vus bas et leur distance au but peut souvent être appréciée à vue. Mais à mesure que la distance augmente, la trajectoire étant plus inclinée, le nombre des éclatements bas diminue et, en même temps, le nombre des coups percutants s'accroît.

La dispersion des éclatements sur la trajectoire, quand leur point moyen est à hauteur normale, donne les résultats suivants :

Avec la hausse de 10 lignes (portée de 2 000 m), on a un nombre d'éclatements bas égal à la moitié des coups tirés, et les coups percutants sont rares.

Quand la hausse est supérieure à 20 lignes, c'est-à-dire aux moyennes et aux grandes distances, le nombre des coups dont la fumée couvre le but (éclatements bas et coups percutants) n'est que le 1/4 des coups tirés, et les coups percutants deviennent plus nombreux.

Au-dessus de 40 lignes, c'est-à-dire aux grandes distances, le nombre des coups percutants dépasse celui des éclatements bas.

C'est par l'observation des éclatements bas et des coups percutants qu'on distingue les coups courts ou longs et qu'on détermine la hausse.

Les éclatements hauts ne permettent pas de régler le tir en portée; cependant on peut quelquefois tirer une conclusion des coups hauts, lorsqu'on observe un effet produit sur l'objectif ou la chute des éclats sur le sol.

Ce n'est guère qu'aux petites distances qu'on peut apprécier l'intervalle d'éclatement, soit par l'observation latérale, soit en voyant tomber les éclats à terre.

Des éclatements au delà du but ou des coups percutants longs prouvent toujours que la hausse est trop forte.

Si l'on suppose la fusée réglée, *la hausse est bonne* lorsqu'elle donne un mélange de coups courts et longs, avec une majorité de coups courts, ou bien lorsqu'elle donne des éclatements bas et des coups percutants en avant du but, mais qu'une augmentation de hausse de 2 lignes (100 m) conduit à une majorité de coups longs.

On peut aussi, pour déterminer la hausse, tirer parti des renseignements fournis par la chute des éclats, l'effet produit ou l'évaluation de l'intervalle d'éclatement.

La hausse est trop forte quand les éclatements longs dominent.

S'il y a égalité de coups courts et longs, on en conclut, en supposant la fusée réglée, que la hausse est de 1 ligne (50 m) supérieure à celle qui correspond à la trajectoire du but.

La hausse est trop faible quand elle ne donne que des coups courts et qu'une augmentation de 2 lignes (100 m) donne encore une majorité de coups courts. On la déclare aussi trop faible quand, par l'observation latérale ou la chute des éclats, on voit que l'intervalle d'éclatement est trop grand.

On conclut encore à une position défavorable des points d'éclatement quand, dans de bonnes conditions d'observation, on ne constate aucun effet produit sur l'objectif.

Lorsqu'on voit les éclats tomber derrière le but, il n'est pas toujours certain que la hausse soit défectueuse.

Aux grandes distances, si l'observation des éclatements bas et des coups percutants n'est pas suffisante pour déterminer la hausse, on allonge le tir pour être mieux fixé sur la position des points d'éclatement par rapport au but. On peut se servir, dans ce cas, d'un observateur auxiliaire, ou tirer des salves avec répartition du feu pour faciliter l'observation.

Répartition du feu.

Pendant le réglage, pour faciliter l'observation aux moyennes et aux grandes distances, on concentre en général le feu sur un même point du but, à moins qu'il ne s'agisse d'un but large, bien visible ou massé.

Aux petites distances, on répartit au contraire le feu, dès le début du tir, sur tout le front de l'objectif.

Si un but apparaît à distance dangereuse, chaque pièce tire sur la portion d'objectif qu'elle a devant elle.

Quand on emploie le *goniomètre* (cas du tir indirect),

la convergence des pièces sur un même point du but ne peut pas se réaliser facilement, elle exigerait un tir assez prolongé; on se contente alors d'amener les coups devant le front de l'objectif, le feu se trouve ainsi réparti.

Si le but est suffisamment large, il est de règle de répartir le feu, même au cours du réglage, dès qu'on constate un effet produit.

Tant que le tir est percutant, il appartient au commandant de batterie de commander, quand il le juge à propos, la répartition; mais lorsqu'on passe au tir fusant, les chefs de section répartissent eux-mêmes le feu dès le premier coup fusant.

Les buts très larges sont, en principe, battus par tranches successives; toutefois, quand ils apparaissent à distance dangereuse, le feu est immédiatement réparti sur tout leur front, de manière qu'aucune partie de l'objectif ne reste indemne.

Chaque section dirige son tir sur la portion du but qui lui correspond, mais en évitant de trop le rapprocher des extrémités de l'objectif, ce qui ferait frapper dans le vide une partie des gerbes.

De la rapidité du tir et de la conduite du feu.

Au cours du réglage, la nécessité d'observer les coups et de faire des corrections limite la vitesse du tir.

Pour que le réglage soit rapide, il faut une prompte exécution des commandements et une attention soutenue de la part des chefs de section.

Le commandant de batterie commande : A mon commandement, quand il veut régler lui-même l'ordre de tir des pièces ; sinon, il commande : Feu lent ou Feu rapide.

Le feu lent permet d'observer tous les coups et, s'il y a lieu, de revenir au feu à commandement.

Le feu rapide ne permet pas d'observer les coups séparément, mais seulement leur ensemble.

Le réglage une fois terminé, on peut augmenter la vi-

tesse du tir, si toutes les pièces sont prêtes et si l'on est sûr de l'exactitude du pointage et de la mise au point de la fusée.

Au cours d'un feu lent, le commandant de batterie peut commander : Plus vite. Il peut également prescrire des intervalles entre les coups.

S'agit-il de profiter d'une circonstance fugitive ou d'obtenir la plus grande efficacité en un temps très court, il commandera : Feu précipité. Chaque pièce tire alors, aussi vite que possible, sans s'occuper des autres.

Un feu rapide ne peut durer que peu d'instants. Il importe donc de savoir augmenter ou diminuer la vitesse du tir au moment opportun, si l'on veut ménager les munitions.

On emploie pendant le réglage le tir par séries de section, de demi-batterie ou de batterie (avec même hausse et même durée pour toutes les pièces de la section, de la demi-batterie ou de la batterie), lorsqu'on veut, tout en recherchant la fourchette, régler la hauteur d'éclatement et en même temps assurer la direction de toutes les pièces.

Le commandant de batterie fait un commandement général, mais les chefs de section laissent un certain intervalle entre les coups, pour faciliter l'observation du commandant de batterie et pouvoir assurer eux-mêmes la direction de leurs pièces.

Dans le tir par salves, au contraire, les coups de toutes les pièces sont tirés simultanément.

On tire par salves, percutantes ou fusantes, quand on veut distinguer ses coups de ceux d'autres batteries, ou éclairer des buts peu visibles. Les salves sont tirées, selon les cas, avec ou sans répartition.

Des salves, avec hausses différentes de pièce à pièce, peuvent quelquefois permettre au commandant de batterie de se faire une idée générale des résultats du tir.

Les salves peuvent encore trouver leur application, pour obtenir à un moment donné une grande efficacité,

TIR SUR BUTS FIXES

A. — Tir aux grandes et aux moyennes distances.

I. — Tir à obus.

Recherche de la fourchette. — Pour le premier coup, on commande la hausse d'après la distance appréciée ; on l'exprime généralement en dizaines de lignes, mais si la distance a été mesurée au télémètre, on l'exprime en lignes.

On ne la modifie ensuite qu'après avoir observé avec certitude un coup court ou long, et l'on recherche d'abord une fourchette large d'au moins 4 lignes (200 m).

La fourchette large doit être d'autant plus étendue qu'on connaît la distance du but avec moins d'approximation ou que l'on tire à plus grande distance; elle peut atteindre 4, 6 ou 8 lignes (200, 300 ou 400 m).

Lorsqu'on est à même d'apprécier l'intervalle d'éclatement, on resserre de suite la fourchette en tenant compte de cet intervalle. Sinon, on la resserre, par des diminutions successives de moitié, jusqu'à 2 lignes (100 m), ou aux très grandes distances jusqu'à 4 lignes (200 m).

On appelle fourchette étroite la nouvelle fourchette à laquelle on s'arrête définitivement.

Quand la distance a été mesurée au télémètre, on commence par tirer une série de coups avec la hausse correspondante.

Si, dans la recherche de la fourchette, on observe avec certitude un coup au but, on continue le tir sans changer de hausse ; mais si les deux ou quatre coups suivants sont tous longs ou tous courts, on recherche alors une fourchette étroite et, si le coup suivant ne la donne pas, une fourchette large qu'on resserre ensuite.

Lorsqu'on tire par-dessus ses propres troupes et qu'elles sont rapprochées du but, on commence par des

coups longs, et l'on recherche la fourchette en diminuant graduellement la hausse, pour éviter tout accident.

En cas d'observation difficile, on a recours aux salves ; mais alors il peut arriver qu'on ne réussisse pas à resserrer la fourchette à 2 lignes (100 m), car avec les salves on n'a généralement de certitude sur le sens des coups que si la salve tombe à une certaine distance du but. On se contente, dans ce cas, d'une fourchette plus large.

Vérification des limites de la fourchette. — On vérifie la fourchette à laquelle on s'arrête, en commençant par celle des deux limites qu'on a obtenue la dernière.

Deux observations de même sens suffisent pour vérifier une limite.

Après vérification des deux limites, on adopte la hausse moyenne.

Lorsque, sur une limite, on obtient un coup court et un long, la fourchette n'existe pas, elle est dite nulle ; on tire alors avec la hausse correspondant à cette limite des coups de contrôle jusqu'à ce qu'on en ait observé 4 ou 6. Si les 3 ou 4 premiers sont encore de sens contraire, ou si, sur 6 coups observés, il y en a 2 ou 3 dans un sens et 3 ou 4 dans l'autre, la hausse est considérée comme bonne, et l'on ne s'occupe pas de l'autre limite de fourchette.

Mais, s'il arrive que les coups de contrôle soient tous de même sens, la limite considérée se trouvera vérifiée ou non, selon que les coups seront ou non dans le sens voulu.

Dans les deux cas, on modifiera la hausse, soit pour passer à la vérification de l'autre limite, soit pour adopter la moyenne entre les deux limites, si elles sont vérifiées, soit enfin, si la vérification a échoué, pour rechercher une nouvelle fourchette étroite en partant d'une des limites précédentes.

Si la nouvelle fourchette étroite n'est pas obtenue dès le coup suivant, on doit se décider à rechercher de nouveauune fourchette large.

On assimile à une limite de fourchette étroite la hausse qui résulte d'une distance mesurée au télémètre. Si les 2 ou 4 premiers coups tirés avec cette hausse sont alternativement courts et longs, ou si, sur 6 coups, on en a 2 ou 3 dans un sens et 3 ou 4 dans l'autre, on conserve cette hausse, considérée comme bonne. Si, au contraire, les coups sont en grande majorité de même sens, on change de hausse pour rechercher une fourchette étroite ; et si, dès le coup suivant, cette fourchette n'est pas obtenue, on regarde comme inexacte la mesure de la distance, et on se décide à rechercher une fourchette large.

On opère de même quand on règle le tir par séries.

Tir d'ensemble. — Le tir d'ensemble s'exécute avec la hausse adoptée, c'est-à-dire avec la hausse que l'on a trouvée bonne, ou avec la hausse moyenne de la fourchette.

Dans le premier cas, on tient compte des observations déjà faites pour les ajouter à celles du tir d'ensemble.

Dans le second cas, on exécute un tir d'ensemble de 6 coups, et si l'on obtient des coups mélangés (courts et longs), le tir est considéré comme réglé ; si, au contraire, on a 3 ou 4 coups de suite de même sens, on modifie la hausse, d'abord d'une demi-fourchette étroite (1 ou 2 lignes, c'est-à-dire 50 ou 100 m), puis d'un quart de fourchette (25 ou 50 m), si la première modification a été insuffisante, jusqu'à ce qu'on ait un tir réglé.

Aux grandes distances, le tir d'ensemble avec obus s'exécute par séries de batterie.

Le tir est regardé comme réglé quand, dans plusieurs séries consécutives, on a observé des coups mélangés, le nombre de coups courts étant tantôt en majorité, tantôt en minorité.

Si les coups longs dominent, on modifie la hausse.

Dans le cas d'observation difficile, lorsqu'on n'a pas réussi à trouver une fourchette étroite, on tire également

par séries, de manière à battre la zone comprise entre les deux limites de la fourchette large, en augmentant ou diminuant la hausse de 1 ligne (50 m), d'une série à l'autre.

II. — Tir à shrapnels.

Recherche de la fourchette. — Pour la recherche de la fourchette, on emploie en principe le tir percutant ; on se sert soit d'obus, soit de shrapnels percutants.

Quand on veut hâter le réglage, on charge par séries (de section ou de demi-batterie) et l'on rapproche les intervalles entre les coups.

Dans le cas où l'observation du tir percutant est difficile, par exemple si les coups restent invisibles, on commande : Tir à shrapnels, par séries, et l'on dispose la fusée de manière à avoir des éclatements bas, permettant l'observation des coups et par suite la recherche de la fourchette.

On s'arrête dans tous les cas à la fourchette de 4 lignes (200 m), sans aller jusqu'à celle de 2 lignes. On peut même s'en tenir à une fourchette plus large encore, s'il arrive que l'observation soit particulièrement difficile.

Vérification des limites de la fourchette. — Lorsqu'on s'est servi d'obus ou de shrapnels percutants pour la recherche de la fourchette, et qu'on a obtenu la fourchette de 4 lignes (200 m), on en vérifie les limites, mais en réduisant le nombre des coups de contrôle, de manière à passer le plus vite possible au tir à shrapnels fusants.

Quand on a employé, pour la recherche de la fourchette, des shrapnels fusants avec éclatements bas, on vérifie les limites de cette fourchette et, aussitôt après, on passe au tir d'efficacité en relevant les éclatements à hauteur normale.

Tir d'efficacité fusant. — Dès qu'on a vérifié soit les limites de la fourchette de 4 lignes (200 m), soit la hausse correspondant à la distance mesurée au télémètre, on vide rapidement les pièces chargées en coups percutants (par un feu précipité ou à commandement). Le commandant de batterie indique la hausse à prendre et la durée, puis il fait immédiatement le commandement : Shrapnels.

Pour le tir d'efficacité fusant, on charge par séries, ou même par séries sans interruption, si l'on est sûr de la concordance de la hausse et de la durée.

Le tir d'efficacité s'exécute à hauteur normale.

Lorsqu'on se sert du niveau de pointage, il ne faut pas perdre de vue que la durée doit correspondre à l'angle de tir et non à l'angle d'inclinaison de la pièce (lequel comprend à la fois l'angle de tir et l'angle de site).

Si l'angle de site n'a pas été mesuré, il faut donc l'apprécier à vue, pour le retrancher de l'angle de la pièce. Le tir montrera ensuite si la fusée est bien réglée.

Réglage de la hauteur d'éclatement. — C'est par des corrections de durée qu'on établit la concordance entre la hausse et la fusée. Ces corrections sont basées sur l'observation de 4 coups, d'après les règles suivantes :

Si avec une hausse donnée on n'obtient que des coups percutants, on diminue la durée de 8/10 de seconde ;

S'il y a mélange de coups fusants et percutants, avec majorité de percutants, on diminue de 4/10 ;

S'il y a moitié fusants et moitié percutants (ou aux distances supérieures à 30 lignes [2 300 m] moitié éclatements bas et moitié percutants), on diminue de 2/10 ;

Si la première série tirée ne donne ni éclatements bas, ni coups percutants, on augmente la durée de manière à abaisser de moitié la hauteur moyenne d'éclatement. Aux distances supérieures à 30 lignes (2 300 m), lorsqu'on n'a ni éclatements bas ni coups percutants, on

augmente de 2/10, si la hauteur moyenne observée n'est pas supérieure à la hauteur normale ; sinon, on augmente de 4/10.

Pour les corrections ultérieures, on tient compte des corrections déjà faites.

Tir par séries sans interruption. Réglage de la hausse. — La concordance entre la hausse et la fusée une fois établie, on passe au tir par séries sans interruption.

Les résultats obtenus, tant dans le tir percutant que dans le tir fusant (coups bas ou percutants), doivent entrer en ligne de compte pour le réglage définitif de la hausse.

Tant que les séries fusantes ne donnent pas la certitude que l'intervalle moyen d'éclatement est bon, ou tant qu'on n'a pas obtenu de coup au but, on modifie la hausse de 2 lignes (100 m) en se basant sur l'observation des coups fusants bas ou percutants. On ne la modifie de 1 ligne (50 m) que si une correction de 2 lignes a été trop forte.

A toute modification de hausse doit correspondre une modification parallèle de la durée.

Toute hausse reconnue définitivement trop forte ou trop faible, dans le tir par séries, est éliminée. Aussitôt qu'on a pu se convaincre qu'une hausse est bonne et la hauteur d'éclatement convenable, on passe au chargement par séries sans interruption.

Mais il faut renoncer au tir par séries et revenir au tir percutant, si l'on s'aperçoit qu'une augmentation de hausse de 2 lignes (100 m) au delà de la limite longue de la fourchette donne des coups courts, ou qu'une diminution de 2 lignes en deçà de la limite courte donne des coups longs.

Quand on n'a pas resserré la fourchette au-dessous de 4 lignes (200 m), ce qui est le cas ordinaire dans le tir à shrapnels, on peut aussi battre la zone comprise entre

les deux limites au moyen de séries de coups, tirées sur des hausses variant de 2 en 2 lignes (100 m en 100 m).

Pour battre une zone moins étendue, on procède par bonds de 1 ligne (50 m), si l'on dispose de beaucoup de temps et de projectiles.

Réglage du tir en direction. — Ce sont en principe les chefs de section qui déterminent et corrigent les écarts en direction, spécialement pendant le réglage et au début du tir d'ensemble. Ils sont aussi chargés de la correction relative à la différence de niveau des roues.

Quant à la correction provenant d'un vent latéral, elle est d'ordre général et, par suite, doit être prescrite par le commandant de batterie au début du tir.

On évalue en lignes, d'après la grandeur apparente des écarts, les corrections à faire. Il faut éviter de faire une première correction trop faible.

La dérive est bonne quand les coups se répartissent par moitié à droite et à gauche du point à battre.

Lorsque les chefs de section ne voient pas le but, le commandant de batterie commande lui-même la dérive initiale et les corrections ultérieures.

Il est indispensable d'avoir une base-repère pour l'évaluation des dérives correspondant aux écarts observés. Le plus simple est de déterminer à combien de lignes de dérive correspond la portion du but qu'on peut recouvrir avec la largeur d'un doigt, le bras allongé : cette portion du but sert de base-repère.

Il peut arriver toutefois, même si le but est visible, que le commandant de batterie ait à s'occuper lui-même des corrections de dérive lorsqu'il constate des erreurs de direction.

Emploi du goniomètre. — Le commandant de batterie indique la division du goniomètre à employer pour le premier coup ; il prescrit ensuite les corrections nécessaires.

Si le premier coup tombe en dehors du but et que l'écart en direction soit de plus de la moitié du front de l'objectif, il commande une correction d'ensemble (plutôt forte que faible, de manière à déterminer une fourchette en direction). Il opère ainsi par corrections d'ensemble, jusqu'à ce qu'un coup soit en direction; il fait aussitôt planter les jalons de repérage.

Les commandements sont énoncés en divisions du goniomètre. Une division valant 3 lignes 1/2 de dérive, le goniomètre ne permet de donner qu'une direction approximative aux pièces; la dérive de la hausse permet seule une évaluation exacte des écarts latéraux. Il vaut donc mieux, quand on emploie le goniomètre, répartir le feu que de le concentrer sur un point de l'objectif.

Dès que les jalons sont plantés, on se sert de la dérive pour les corrections : elles sont prescrites par le commandant de batterie, ou par les chefs de section s'ils voient le but.

S'il arrive que la correction à faire pour une pièce, une fois les jalons plantés, dépasse la graduation de la dérive, on corrige avec le goniomètre et l'on replace les jalons.

B. — Tir aux petites distances.

Il importe, aux petites portées, de produire rapidement de l'effet et, par suite, de partir d'une estimation de la distance aussi exacte que possible, de savoir se décider promptement et d'avoir des servants rompus à la manœuvre et au tir rapide.

Lorsqu'on passe du tir sur un but éloigné au tir sur un but rapproché, les shrapnels fusants peuvent être utilisés; leur fusée étant disposée pour une distance trop grande, ils deviendront percutants.

Si les pièces ne sont pas chargées, on les charge en shrapnels percutants.

Dès qu'on a obtenu une fourchette de 4 lignes (200 m),

le capitaine fait prendre la hausse moyenne entre les deux limites et disposer les fusées pour que l'éclatement ait lieu à hauteur normale, puis il commande : **Feu rapide.**

Pour plus de sûreté, on peut faire le réglage à l'aide de séries de section.

Si, pendant la recherche de la fourchette, on voit, avec une hausse donnée, un effet produit ou un coup très près du but, on adopte cette hausse, et l'on passe immédiatement au tir d'efficacité fusant.

Dès lors on ne corrige plus la durée que si les coups sont percutants ou les éclatements tous au-dessus du but.

Quand les éclatements sont au delà du but ou, au contraire, trop courts, on diminue ou l'on augmente la hausse en conséquence.

Il ne faut jamais que la rapidité du tir ait à souffrir des corrections ; on les fait donc franchement (en général de 2 lignes plutôt que d'une ligne) et l'on modifie la durée parallèlement à la hausse.

Tir aux distances inférieures à 5 lignes de hausse (moins de 600 m). — Contre l'artillerie ennemie apparaissant à distance dangereuse, le feu doit être immédiatement ouvert avec une hausse et une durée telles qu'on soit sûr d'obtenir les éclatements en deçà du but.

On emploie le **feu rapide** ou le **feu précipité.**

Que l'on tire en projectiles percutants ou en projectiles fusants, si les intervalles d'éclatement semblent trop grands, on prescrira les corrections nécessaires, mais sans retarder le feu.

TIR SUR BUTS MOBILES

Règles générales.

Contre un but mobile, le tir fusant est en général préférable au tir percutant.

Si les circonstances le permettent, on règle le tir sur des parties du terrain comprises dans l'itinéraire présumé du but et, dès que le but s'en rapproche, on augmente la vitesse du tir ou l'on envoie une salve.

Quand ce procédé n'est pas applicable, on emploie celui qui va être indiqué.

Contre un but susceptible de disparaître momentanément par suite des formes du terrain, on peut employer alternativement les deux procédés.

Mouvement du but dans le sens du tir.

I. — Tir à obus.

a) *Le but s'approche.* — On recherche, selon la vitesse du but, une fourchette qui peut varier de 4 à 10 lignes (200 à 600 m).

Avec la hausse correspondant à la limite courte, on tire des coups d'essai successifs, que l'on continue aussi longtemps qu'ils restent courts.

Si, pendant la recherche de la fourchette, on remarque un coup court près du but, on adopte la hausse correspondante pour les coups d'essai.

Si le premier coup d'essai se trouve long, on diminue immédiatement la hausse de 4 à 10 lignes (200 à 500 m), selon la vitesse du but, et l'on continue les coups d'essai sur la limite courte de la nouvelle fourchette.

Quand le but approche de la zone battue, on commande : **Feu rapide** ou **Feu précipité.**

Le but vient-il à dépasser cette zone, on diminue la hausse de 4 à 10 lignes et ainsi de suite.

b) *Le but s'éloigne.* — On recherche, selon la vitesse

du but, une fourchette de 4 à 10 lignes (200 à 600 m), puis on établit le tir d'essai sur la limite longue, et l'on commande : **Feu rapide**, dès qu'on remarque un coup court ou un effet produit.

II. — Tir à shrapnels.

a) *Le but s'approche.* — Contre infanterie ou artillerie, on peut rechercher la fourchette soit avec des obus, soit avec des shrapnels dont la fusée est disposée pour une distance trop grande.

On passe ensuite au tir fusant sur la limite courte (après l'avoir, en cas de marche rapide du but, diminuée de 2 à 4 lignes, c'est-à-dire de 100 à 200 m) et l'on tire des coups d'essai à hauteur d'éclatement normale, de manière à saisir le moment où le but entrera dans la zone battue.

Contre la cavalerie, il faut prendre une hausse donnant sûrement des coups courts, tirer rapidement les pièces qui seraient encore chargées en projectiles percutants ou celles qui seraient chargées en shrapnels à trop longue durée, et entreprendre le tir fusant.

Dès que le but entre dans la zone battue, on commande : **Feu rapide** ou **Feu précipité**, selon les circonstances. Aux courtes distances, on emploie de préférence le feu précipité.

Si les éclatements viennent à passer derrière le but, on diminue la hausse en tenant compte de la vitesse du but, et en maintenant les éclatements à hauteur normale.

On ne touche à la durée que si l'on constate que les coups percutants sont en majorité ou les éclatements tous au-dessus du but.

b) *Le but s'éloigne.* — Quand le but s'éloigne, on cherche à le rattraper par un tir d'efficacité fusant. S'il dépasse la zone battue, on augmente la hausse, en tenant compte de sa vitesse, pour créer sur sa ligne de retraite une nouvelle zone battue.

Mouvement du but dans le sens latéral.

Le but peut se mouvoir dans une direction perpendiculaire ou oblique par rapport à celle du tir. On pointe alors sur l'extrémité du but, du côté où il se meut, avec une avance de dérive calculée de manière à tenir compte de la différence de durée entre le trajet du projectile et le trajet latéral du but. Les corrections de dérive ultérieures sont faites par les chefs de section.

On modifie la hausse et la fusée parallèlement, à mesure que le but avance ou recule, par bonds d'autant plus petits que la direction du mouvement du but se rapproche davantage de la perpendiculaire à la direction du tir.

Alternatives de mouvement et d'arrêt.

Tant que le but reste en mouvement, on continue le tir fusant dans les conditions qui viennent d'être indiquées. Si on le voit s'arrêter, on cherche à resserrer la fourchette au moyen de séries fusantes, et à déterminer la hausse la plus favorable, en opérant comme contre un but fixe.

Ce n'est que dans le cas où l'on ne réussirait pas avec le tir fusant à régler le tir, qu'on passerait au tir percutant.

Attaque de cavalerie.

A l'apparition d'une attaque rapprochée de cavalerie, on tire, en *feu précipité,* les pièces qui sont chargées en obus ou en shrapnels disposés pour une trop grande distance, après les avoir mises en direction, puis on les charge immédiatement en shrapnels disposés à O (1), ou en boîtes à mitraille. C'est au moment même où l'on aper-

(1) L'expression *shrapnels disposés* à o doit s'entendre, pour les fusées à temps de l'artillerie russe, en ce sens que l'on ne touche pas à la fusée. A l'état normal, la fusée est *en réalité* disposée pour la durée de $0^{sec},3$.

çoit l'attaque qu'on indique le genre de projectiles à employer.

On tire des coups d'essai, si on en a le temps, et, dès qu'on constate un effet produit, on commande : Feu précipité.

CIRCONSTANCES PARTICULIÈRES DE TIR

But sur une crête ou redoute de haut relief. — On doit rapporter à la crête les hauteurs d'éclatement. Si les éclatements se produisent en deçà et au-dessous de la crête, on augmente la hausse (et corrélativement la durée, à moins qu'elle ne soit déjà trop grande).

Dans le cas du tir contre une redoute, on choisit tout d'abord comme but la portion du parapet qui paraît la plus favorable. La répartition du feu est ensuite l'affaire du commandant de batterie. Si l'on veut atteindre les hommes qui sont sur les banquettes derrière le parapet, il faut que les éclatements soient bas et se produisent partie en avant du parapet et partie en arrière ; s'ils se produisaient tous derrière le parapet, le tir serait trop long.

But sur une pente descendante. — Les hauteurs d'éclatements doivent s'apprécier par rapport à la ligne de mire dirigée sur le but.

Si les éclatements sont vus en deçà du but et au-dessous de la ligne de mire, on augmente la hausse.

S'ils apparaissent au contraire au-dessus de la ligne de mire, on n'en peut tirer aucune conclusion pour la hausse.

On ne peut se baser, pour établir la concordance entre la fusée et la hausse, que sur les coups courts.

Tir contre les ballons captifs. — Le tir fusant est seul employé. Pour déterminer le sens des coups, on envoie de chaque côté de la batterie et assez loin, deux obser-

vateurs latéraux (un seul peut suffire à la rigueur). L'observateur de droite annonce *plus* ou *moins,* selon qu'il voit l'éclatement se produire à droite ou à gauche du ballon, et inversement pour l'observateur de gauche.

On peut, à défaut de la voix, communiquer les résultats en étendant le bras du côté où l'on a vu l'éclatement par rapport au ballon.

Le commandant de batterie observe, de la batterie, les écarts latéraux et les hauteurs d'éclatement ; il doit rapporter ces dernières à la ligne de mire dirigée sur le ballon.

Il tire ses conclusions de l'ensemble des observations qu'il recueille.

Le chargement se fait au début par pièce. On recherche une fourchette de 4 lignes (200 m), après avoir donné à la dérive *l'avance* qui peut être nécessitée par le déplacement du ballon.

On tire ensuite par séries, en cherchant à obtenir les éclatements en deçà du ballon et au-dessus de son milieu.

Une salve est bonne quand un coup au moins éclate près du ballon et que les autres éclatements ne se produisent pas au-dessous du ballon.

RÉSUMÉ DES MÉTHODES DE TIR

Tir sur but fixe. — Le tir percutant à obus s'exécute de la manière suivante :

1° On cherche une fourchette de 100 m (aux très grandes distances une fourchette de 200 m) ;

2° On vérifie les limites de la fourchette ;

3° Avec la hausse moyenne, on exécute des tirs d'ensemble, et le tir est considéré comme réglé quand, sur 6 coups, on en a 2 ou 3 de même sens et 3 ou 4 de sens contraire.

Lorsqu'on se sert d'obus pour régler le tir dans l'intention de passer ensuite au tir à shrapnels fusants, on

s'arrête à une fourchette de 200 m et on en vérifie les limites, puis on change de projectiles, on prend la hausse moyenne et, après avoir vidé les pièces chargées en percutants, on passe au tir d'efficacité fusant.

On peut aussi se servir de shrapnels percutants, au lieu d'obus, pour régler le tir, ou de shrapnels fusants avec éclatements bas. On s'arrête à la fourchette de 200 m et, après vérification des limites, on passe avec la hausse moyenne au tir d'efficacité fusant.

Le tir d'efficacité fusant s'exécute à hauteur normale et par séries, de la manière suivante :

1° On agit sur la fusée de manière à avoir, avec la hausse adoptée, des hauteurs d'éclatement normales ;

2° On charge ensuite sans interruption et l'on modifie la hausse, s'il y a lieu, jusqu'à ce qu'on l'ait reconnue bonne, en modifiant parallèlement la durée.

La hausse est bonne quand elle donne un mélange d'éclatements courts et longs, les courts étant en majorité, *ou* quand tous les éclatements sont courts, à condition qu'une augmentation de 100 m conduise à une majorité d'éclatements longs.

On peut aussi battre l'espace compris entre les limites d'une fourchette de 200 m par des séries fusantes à hauteur normale, tirées sur des hausses variant de 100 en 100 m de l'une des limites à l'autre, ou l'espace compris entre les limites d'une fourchette de 100 m, par des séries tirées sur des hausses variant de 50 en 50 m.

Aux petites distances, les coups à hauteur normale sont assez bas pour qu'on puisse observer leur sens ; ils permettent donc de régler la hausse. Dès qu'on a obtenu la fourchette de 200 m, sans en vérifier les limites, on prend la hausse moyenne et l'on exécute un feu rapide par séries.

Contre un but apparaissant à moins de 600 m, on ne

recherche pas de fourchette. On ouvre immédiatement le feu rapide, avec une hausse et une durée telles, qu'on soit sûr d'avoir des éclatements courts.

Tir sur but mobile. — On emploie en principe le tir à shrapnels fusants.

Il existe deux procédés :

Le premier consiste à régler le tir sur une partie du terrain qui se trouve sur le chemin présumé du but, et, quand le but s'en rapproche, à tirer par salves.

Le second consiste à encadrer le but dans une fourchette de 200 à 600 m, selon sa vitesse, et à tirer sur la limite de fourchette vers laquelle il marche, en augmentant la rapidité du tir quand il s'en approche. S'il vient à s'arrêter, on resserre la fourchette.

Contre une attaque de cavalerie rapprochée, on tire des shrapnels à O ou des boîtes à mitraille.

P. Brongniart,
Lieutenant-colonel d'artillerie.

RENSEIGNEMENTS DIVERS

Angleterre : Création de compagnies de transport mécanique. — Le War Office vient de créer dans l'*Army Service Corps* (1) deux compagnies spécialement affectées au transport mécanique aux armées (*Mechanical transport companies*). La solde de ces troupes spéciales est de 1 fr 90 c pour l'homme de troupe et 4 fr 10 c pour le sous-officier. L'instruction sera donnée au personnel à l'arsenal de Woolwich.

On étudie aussi en Angleterre le moyen d'établir une entente avec les propriétaires de véhicules automobiles légers qui consentiraient à mettre, en cas de besoin, leurs voitures et, s'il y avait lieu, leurs services à la disposition de l'autorité militaire.

(D'après *Navy and Army Illustrated,* n° 301 ; *Militär-Wochenblatt,* n° 101, et *Viestnik inostrannoï voennoï literatoury,* n° 10.)

Danemark : Commande de canons Krupp. — Une commission d'expériences, formée en Danemark au printemps de 1901, avait été chargée d'exécuter des essais comparatifs avec différents systèmes de matériels d'artillerie. Ces essais, exécutés dans le courant de 1901, portèrent sur trois systèmes du type à long recul de la pièce, les canons Ehrhardt, Krupp et Schneider, et trois

(1) L'*Army Service Corps* est le corps chargé des transports dans l'armée anglaise ; il correspond à la fois aux troupes du train et aux troupes d'administration des armées continentales.

systèmes du type à affût rigide (ou à recul de l'affût), le canon Krupp à bêche élastique, le canon Cockerill-Nordenfelt avec sabots de recul à attache élastique et l'ancien canon de 8cm,7, modèle 76, de 24 calibres, convenablement modifié.

Les résultats n'ayant pas été décisifs, de nouveaux essais eurent lieu en 1902 et cette fois uniquement avec des canons à long recul des systèmes Cockerill-Nordenfelt, Ehrhardt, Krupp et Schneider. La commission s'est prononcée en faveur du matériel Krupp à recul de la bouche à feu et à boucliers, du calibre de 75mm, tirant un projectile de 6kg,5 à la vitesse initiale de 500 m environ avec voiture-pièce pesant à peu près 1800 kg (1). Cette pièce pourrait tirer de 16 à 20 coups à la minute.

A la suite de la décision de la commission, le Ministre de la guerre danois a commandé à Essen 128 pièces de 75mm et 192 caissons avec le harnachement correspondant, le tout devant être livré le 1er avril 1904.

En ce qui concerne les munitions, elles seront fabriquées en Danemark.

On voit qu'à l'heure actuelle les trois États scandinaves se sont prononcés en faveur du canon à long recul, la Norvège ayant déjà le matériel Ehrhardt (2) et la Suède ayant choisi le canon Krupp à recul de la bouche à feu pour son artillerie montée (3). Le Danemark et la Suède se fournissaient déjà antérieurement à Essen.

(D'après *Army and Navy Gazette,* n° 2230; *Armee und Marine,* n° 7; *Jahrbücher für die deutsche Armee und Marine,* n° 375; *Rousskii Invalid,* n° 216 [1902].)

---

(1) D'après ces indications, il s'agirait du matériel Krupp dont nous donnons la description dans la présente livraison. (Voir p. 262.)

(2) Voir *Revue d'artillerie,* t. **58**, p. 518.

(3) Voir Id. t. **58**, p. 519.

Fig. 1.

Fig. 2.

Italie : Anneau de sécurité du major Casali pour le tir à la cible des armes portatives. — Les balles des fusils de petit calibre ont aujourd'hui des vitesses restantes et des portées telles, que les ricochets sont devenus extrêmement dangereux lorsqu'ils se produisent à la suite de coups un peu anormaux. Les abords des champs de tir menacent de devenir inabordables et l'instruction du tir, par une conséquence fâcheuse, se trouve trop souvent entravée. Aussi dans presque tous les pays cherche-t-on actuellement le moyen d'empêcher les projectiles de trop s'écarter de l'axe des champs de tir. Malheureusement, le problème est difficile à résoudre complètement et les solutions sont généralement aussi compliquées qu'onéreuses. Le major italien Casali nous apporte aujourd'hui une solution relativement simple.

Après avoir essayé d'employer des cadres mobiles sur des châssis en bois (fig. 1), le major Casali (1) a cherché à rendre inoffensifs les tirs d'instruction *à courte distance* au moyen d'un simple anneau placé à hauteur convenable et dans lequel le tireur engage le canon de son arme (fig. 2, 3 et 4).

L'anneau est porté par une tige verticale graduée le long de laquelle il peut coulisser, ce qui permet de l'utiliser avec des hommes de taille quelconque. La tige elle-même est fixée à l'avant d'un plateau en bois au milieu duquel sont cloués deux liteaux-repères qui forcent le tireur à prendre une position déterminée par rapport à l'anneau.

Dans ces conditions, l'appareil étant convenablement disposé suivant la taille du tireur, la gerbe de balles ne peut plus sortir de la butte de tir, du moins sur les côtés, et en outre l'appareil empêche que des balles, dans un

(1) Le major Casali a publié un résumé de ses expériences et de ses recherches dans un livre intitulé : *Determinazione sperimentale del campo di tiro per le nuove armi portatili* (*Rome*, Voghera, 1902), livre dont nous avons précédemment rendu compte. (Voir *Revue d'artillerie, Bibliographie*, t. **61-62**, oct. 1902, p. x.)

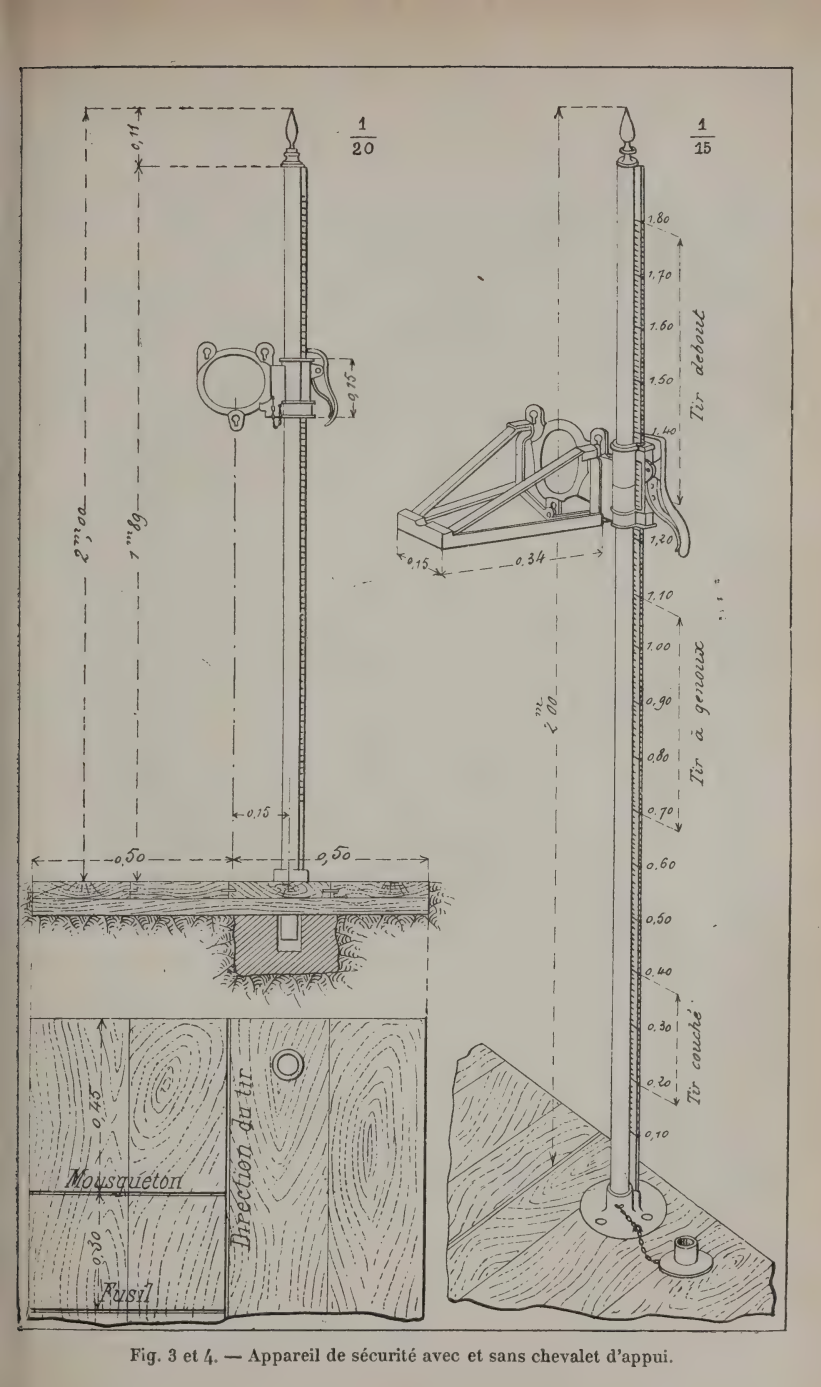


Fig. 3 et 4. — Appareil de sécurité avec et sans chevalet d'appui.

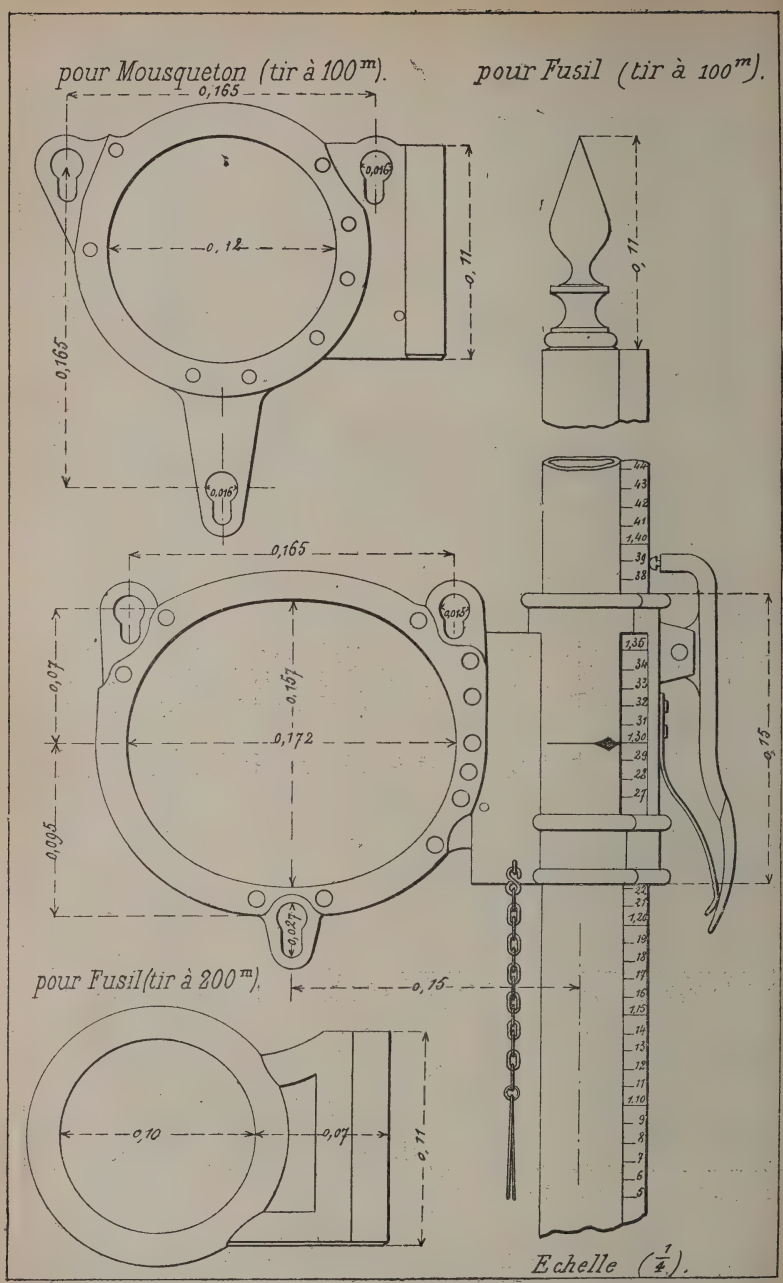


Fig. 5, 6 et 7. — Détails de l'assemblage des anneaux avec la tige. Différents modèles d'anneaux.

Fig. 8.

tir trop bas, ne viennent toucher le sol à courte distance et ricocher d'une façon dangereuse pour les riverains du champ de tir.

Les figures 5, 6 et 7 montrent les dispositifs qui conviennent avec les armes italiennes (fusil à 200 m et à 100 m, mousqueton à 100 m), ainsi que le mode de fixation de l'anneau sur la tige à hauteur convenable.

Le major Casali a essayé différents types de tige et en particulier une tige démontable (fig. 8). Ses différents appareils peuvent servir aussi bien au tir sur appui qu'au tir à bras francs : il suffit de leur adapter un cadre jouant le rôle de chevalet (fig. 4).

Roumanie : Formation de deux batteries d'obusiers. — Deux batteries d'obusiers ont été formées en Roumanie au mois d'avril 1902 et rattachées au 2e régiment d'artillerie. Le personnel de chaque batterie comprend 4 officiers, 3 sous-officiers, 6 brigadiers et 66 hommes. Les servants sont armés du sabre d'artillerie et du revolver. Chaque batterie est composée de 6 obusiers Krupp de 12cm et de 3 caissons. Le train régimentaire comprend 2 chariots, 1 fourragère et 1 voiture à viande.

(D'après *Viestnik inostrannoï voennoï literatoury*, n° 9 de 1902.)

NÉCROLOGIE

M. LE COLONEL REGNIER

L'artillerie vient de perdre un de ses officiers les plus distingués en la personne du colonel Regnier, décédé à Versailles le 16 décembre 1902.

Le colonel Regnier commandait récemment encore l'École de l'artillerie et du génie de Versailles, mais au mois de juin dernier il avait dû demander à être relevé de ses fonctions pour raison de santé. Le colonel Valabrègue, son successeur dans le commandement de cette École, a prononcé aux obsèques un discours ému dont nous extrayons les passages suivants :

... Regnier est né le 8 décembre 1848 à Charleville. Il entre à l'École polytechnique en 1868 et en sort le 10 août 1870 comme sous-lieutenant-élève du génie.

Dirigé sur Metz, où une partie seulement de sa promotion peut rejoindre, il entre à l'École d'application le 15 août 1870 et y reste pendant la durée du blocus.

Sorti de Metz, non prisonnier, il arrive à Tours, est nommé au 10e, puis au 8e régiment d'artillerie. Il fait partie des troupes chargées de la défense des lignes de Carentan, puis du 19e corps, enfin de l'artillerie de réserve de l'armée de Versailles. Il appartient à cette génération d'officiers qui, violemment impressionnés par les événements auxquels ils viennent d'être mêlés à leurs débuts dans la vie militaire, se mettent résolument au travail en vue des espérances futures.

Après la guerre, Regnier est classé au 1er régiment du génie, mais il a la vocation de l'artillerie dans laquelle il vient de servir; il cherche et trouve un permutant. Le 4 avril 1872, on le nomme sous-lieutenant d'artillerie.

Regnier termine ses études à l'École d'application, devient lieu-

tenant en 1er et sert au 20e, puis au 33e régiment d'artillerie. Nommé capitaine en 1875, il est désigné pour occuper l'emploi d'adjoint aux forges du Nord, puis celui d'adjoint au commandant de l'artillerie de l'arrondissement de Lille. Admis à l'École supérieure de guerre en 1878, il en sort en 1880 avec le brevet d'état-major et la mention « très bien ».

... Après l'École de guerre, Regnier fait un stage de deux années à l'état-major de la 2e division d'infanterie; il prend ensuite au 29e d'artillerie le commandement de la 9e batterie à cheval, puis au 9e d'artillerie le commandement de la 11e batterie à cheval détachée à Fontainebleau.

... Regnier est promu chef d'escadron en 1889 et affecté peu après au 11e régiment d'artillerie, où il commande un groupe de batteries de 1890 à 1897; en 1890 il est promu chevalier de la Légion d'honneur. Nommé lieutenant-colonel en 1897, il est classé au 1er régiment d'artillerie à Bourges.

... En août 1900, le lieutenant-colonel Regnier se voit confier le commandement de l'École militaire de l'artillerie et du génie. Il est promu colonel en 1901 et commande l'École de Versailles jusqu'au 14 juin 1902.

... Il s'est comme toujours adonné à sa tâche sans marchander sa peine, mais ses forces l'ont trahi en route... La mort inexorable vient de l'enlever brusquement à l'affection des siens, à tous ses amis, à l'armée, au moment où nous nous reprenions à espérer qu'il allait se remettre...

C'était un militaire dans la force du terme, un fanatique, un zélé, un convaincu. Il s'intéressait à tout, il voulait tout apprendre, il voulait tout savoir. Avec cela, une nature charmante, serviable et bonne à l'excès, dévoué au delà de toute expression, aimé de tous ceux qui l'approchaient, adoré de ceux qui vivaient dans son intimité.

Il était bon, loyal, d'un jugement sûr, d'une intelligence brillante; il avait à un degré élevé le sentiment du devoir, du bien, de la vérité, de la justice.

... Au nom de tous ses camarades, au nom des officiers de l'École de Versailles, au nom des élèves-officiers de cette École, j'adresse au colonel Regnier un souvenir ému et un dernier adieu.

REVUE

D'ARTILLERIE

Paraissant le 15 de chaque mois

BUREAU OF ORDNANCE
RECEIVED
MAR 2 1 1903
NAVY DEPARTMENT

TRENTE ET UNIÈME ANNÉE

TOME 61. — 5e LIVRAISON

Février 1903

BERGER-LEVRAULT & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS (6e) — RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY — RUE DES GLACIS, 18

1903

SOMMAIRE DE LA LIVRAISON DE FÉVRIER 1903

Pages.

I. — **Le funiculaire du Grand Jer** (*avec cinq planches*), par le capitaine d'artillerie G. Nony 325

II. — **L'artillerie à l'Exposition de Düsseldorf : Exposition Krupp** (*suite*), par le capitaine d'artillerie J. Pesseaud. . . 381

III. — **Renseignements divers.** — *États-Unis :* Adoption d'un canon de campagne (390). — *Turquie :* Commandes de canons et de fusils en Allemagne (392). 390

IV. — **Nécrologie.** — M. le général de division Ladvocat (393). — M. le général de brigade Putz (401) 393

BIBLIOGRAPHIE. — I. Bulletin des livres (LXXXI). — **A) Notices bibliographiques.** — *Le changement de pied au galop,* par M. Guérin-Catelain (LXXXI). — *Les sous-marins et l'Angleterre,* par P. Fontin (LXXXII). — *Monographie de l'arme blanche des armées françaises,* par M. Bottet (LXXXII). — **B) Livres nouveaux** (LXXXIII). LXXXI

II. Bulletin des articles (LXXXIV). — **B) Revue des revues françaises** (LXXXIV). — **C) Classement par rubriques des principaux articles de revues et publications** (LXXXIX). . . LXXXIV

PARTIE OFFICIELLE. — I. Renseignements extraits du *Bulletin officiel du Ministère de la guerre* 69

§ 1. Sommaire des principaux articles. 69

§ 2. Extraits des décrets, décisions, circulaires, etc. 72

II. Promotions, mutations et radiations (du 11 janvier au 10 février 1903) 74

III. Tableaux d'avancement 81

PLANCHES. — Funiculaire du Grand Jer :

III. — Mécanisme, Voie, Voitures.

IV. — Usine de Lugagnan.

V. — Usine de Vizens.

VI. — Distribution de l'énergie électrique.

VII. — Organes de sécurité.

S'adresser, pour tout ce qui concerne la rédaction, au **chef d'escadron, chef du service de la Revue d'artillerie,** 1, Place St-Thomas-d'Aquin, à Paris (7e).

LE

FUNICULAIRE ÉLECTRIQUE

DU GRAND JER

Les chemins de fer funiculaires abondent dans les montagnes de la Suisse, et la *Revue d'artillerie* (1) a déjà eu l'occasion de donner des renseignements numériques sur la plupart d'entre eux. En France, ils sont beaucoup moins nombreux : en dehors de ceux qui fonctionnent dans quelques villes, on ne pouvait, jusqu'à ces dernières années, citer que ceux du mont Revard près d'Aix-les-Bains, et du Capucin près du mont Dore. Encore ces derniers ne sont-ils en rien comparables aux hardies constructions du Burgenstock ou du Stanserhorn.

C'est récemment, dans les Hautes-Pyrénées, que s'est fait le premier essai d'un funiculaire français de dimensions importantes. Il a été construit — par l'initiative et sous la direction d'un ingénieur distingué, M. Chambrelent — sur les flancs d'un pic isolé des derniers contreforts des Pyrénées, le Grand Jer, au pied duquel s'étend la ville de Lourdes.

L'étude d'une installation de cette espèce semble présenter un intérêt particulier pour les officiers d'artillerie ainsi que la *Revue* l'indiquait déjà dans un article antérieur (2).

Le fonctionnement du funiculaire a en effet pour base le transport électrique de l'énergie recueillie sur des chutes d'eau situées à quelque distance, système qui se répand aujourd'hui de plus en plus et semble appelé à un très grand avenir (3); les établissements de l'artillerie en particulier y ont fréquemment recours.

---

(1) Voir : Note sur les chemins de fer funiculaires suisses, t. **52**, p. 175.
(2) Voir t. **52**, p. 173.
(3) Voir *Revue d'artillerie*, t. **52**, p. 175.

D'autre part, les chemins de fer funiculaires peuvent trouver, et ont déjà trouvé, un emploi utile dans la fortification de montagne, pour l'élévation du personnel et du matériel dans des ouvrages dont les abords sont partiellement défilés aux vues de l'ennemi (1). Sans doute les services militaires auront rarement à créer une organisation aussi perfectionnée que celle du Grand Jer, mais il est bon de connaître les principes qui ont présidé à cette organisation, ainsi que les précautions générales à prendre pour assurer le bon fonctionnement et la sécurité de ce mode spécial de transport.

Tout le monde connaît le principe des funiculaires : c'est celui qui préside au mouvement de deux seaux suspendus aux deux bouts d'une corde à puits. Sur une poulie située au sommet de la voie passe un câble aux deux extrémités duquel sont fixées deux voitures ; la longueur de ce câble est telle que lorsque l'une des voitures est au sommet l'autre soit au pied de la pente à gravir. Si la voiture du haut est la plus chargée, elle fera, en descendant, monter celle du bas ; mais il n'en est généralement point ainsi. Il faut donc faire intervenir une force extérieure pour produire le mouvement des deux voitures. Si au point culminant se trouve une source ou un réservoir d'eau (naturel ou artificiel) on pourra, avec de l'eau, créer une surcharge pour la voiture du haut ; mais ce procédé, employé parfois, présente bien des inconvénients, et l'on préfère aujourd'hui mettre directement la poulie en mouvement soit par une machine à vapeur, soit par un moteur électrique.

Ce dernier système, que l'utilisation de chutes d'eau situées à grande distance a rendu éminemment pratique grâce à l'emploi du transport électrique de la force, est celui qui a été adopté au Grand Jer, comme au reste dans la plupart des funiculaires suisses.

---

(1) On peut citer comme exemple d'ouvrage placé dans cette situation le fort du Chaberton en Italie, qui est situé en face de Briançon, à une altitude de plus de 3 000 m, et qui est difficilement accessible.

Fig. A. — Plan des Canalisations. $\left(\frac{1}{50.000}\right)$.

LOURDES
CT
Soum de Lalanne
Omex
Ségus
Osson
Viger
Lugagnan
St Créac
Pic d'Ayan
Pic de Lascroth
Asson
Lourourm
Lezecq
Artiloz
Pic de Jer
Bartrès
Bourquet
Quartier de Nespoulous
Marcadau
Pouchon
Arrayech
Balsum
Cauterets
Couvent
Chèvre
Dau
Ouzan
Lahage
Ru
Aoue
Cirque
Ouzom
Ouzon
Ouzom
Ouzon
Ouzon
Ouzon

I. — LE PIC

Le Grand Jer, admirablement situé pour attirer la visite des innombrables voyageurs, touristes et pèlerins qui passent à Lourdes, est un grand massif isolé situé aux portes de la ville, à l'entrée de la vallée d'Argelès, et que contourne le chemin de fer partant de Lourdes en remontant le Gave de Pau (fig. A). La vue que l'on possède du sommet s'étend sur un tour d'horizon complet découvrant la plaine, la petite montagne, les vallées, la grande montagne. L'accès en est facile ; la route d'Argelès passe au pied, et les tramways de la ville de Lourdes conduisent jusqu'au passage à niveau où se trouve la halte de Soum, à 500 m de la gare inférieure. L'aspect de ce pic est celui d'une masse de calcaire, couverte d'une rare végétation, sauf sur les escarpements rocheux qui apparaissent comme des falaises superposées (fig. B). Le point culminant est à la cote 950, le pied à la cote 405 : différence 545 m.

Telle est la montagne qu'il s'agissait de gravir.

L'ascension ne pouvait se faire autrefois que par des sentiers de troupeaux ou à pic, en une heure et demie : Aujourd'hui, il suffit d'un quart d'heure pour arriver au sommet.

II. — LA VOIE

(PL. III, FIG. 1 A 6.)

Le Grand Jer a été attaqué de front. Partant du point où la route rencontre et contourne un petit mamelon qu'on appelle le Mont de Justice, la voie s'élève en suivant le profil en long représenté par la figure 1 et sur lequel on trouve l'emplacement de tous les ouvrages d'art.

Décrivant d'abord une courbe de 800 m de rayon pour s'appuyer sur le flanc du dernier contrefort du Grand

B.S. 967 - LEVEUILLÉ C° SC.

Fig. C. — Grand viaduc en construction.

Jer (fig. B), elle se continue et se termine par une ligne droite. (Longueur de la partie en courbe : 231^{m},40 ; longueur horizontale totale de la voie : 1 008 m.) La pente, légère au début (27 p. 100), ainsi qu'il convient à un funiculaire dont le profil ne doit pas présenter de convexité, croît assez rapidement pour arriver à 50 p. 100 au milieu du parcours, puis à 56 p. 100, valeur qu'elle conserve pendant presque tout le reste du tracé. C'est une des rampes les plus raides qui aient été gravies par

Fig. D. — Grand viaduc.

des funiculaires de montagne. (Seul le Stanserhorn, avec 60 p. 100 de pente, dépasse cette valeur.) Les cotes extrêmes sont d'ailleurs 414,71 et 889. Leur différence étant 474^{m},29 répartie sur une distance horizontale de 1 008 m donne une pente moyenne de 47 p. 100.

La longueur totale des rails est de 1 100 m. La voie évidemment n'a pu être simplement posée sur le sol ; en

tous les points, l'infrastructure est formée d'un massif maçonné, dans lequel sont scellées et noyées les traverses, constituées par des cornières en acier (fig. 2 et 3). Les rails sont fixés sur les traverses par des boulons qui vont eux-mêmes se noyer dans la maçonnerie. Toute la voie est rendue ainsi solidaire de l'infrastructure : elle est maçonnée dans le sol, de sorte que tout glissement, tout entraînement ont été rendus impossibles.

Ouvrages d'art. — Les ouvrages d'art ont exigé un travail des plus considérables. On voit sur le profil, outre quelques remblais et tranchées sans grande importance et deux ponts inclinés, un premier tunnel de 75 m de long, creusé dans la roche à 275 m du départ, avec une pente de 43 p. 100. Un peu plus loin, un viaduc traverse la grande dépression située à peu près à mi-hauteur du pic. Ce viaduc, qui a 117 m de long, est établi, chose rare et délicate, avec 50 p. 100 d'inclinaison ; il repose sur neuf arches, dont celle du milieu a 25 m de haut et une section de 60 m² (fig. C et D); le tout ne représente pas moins de 4 200 m³ de maçonnerie et 600 m³ de béton. Sa largeur est double de celle de la voie, car c'est là que doit s'effectuer le croisement des voitures.

Immédiatement après le viaduc commence la forte pente de 56 p. 100 et s'ouvre une tranchée de 10 m de profondeur moyenne, taillée en plein roc, sur 230 m de longueur ; puis viennent un second tunnel de 65 m de long et enfin un petit viaduc de quelques mètres de hauteur seulement, qui se termine à la gare supérieure.

Ces différents ouvrages d'art sont faciles à apprécier en détail sur les reproductions photographiques que donnent les figures B, C, D. Leur construction a présenté de grandes difficultés.

Gares. — Les gares du haut et du bas ont été construites en maçonnerie à la fois élégante et robuste (fig. E

Fig. E. — Gare du haut.

Fig. F. — Gare du bas.

et F). La voie s'y termine, avec son inclinaison, par deux butoirs à ressorts auxquels les wagons ne doivent jamais toucher; deux larges escaliers l'encadrent de part et d'autre : l'un sert aux voyageurs qui montent en voiture, l'autre à ceux qui en descendent.

Croisement. — Le croisement des voitures a lieu sur le viaduc, où la voie est doublée. La bifurcation des voitures à droite et à gauche se fait automatiquement, au moyen des dispositions suivantes :

Les roues d'un seul côté portent des boudins doubles, c'est-à-dire sont formées de poulies à gorge (Voir fig. 4, qui représente la voiture n° 1 : les roues de droite sont

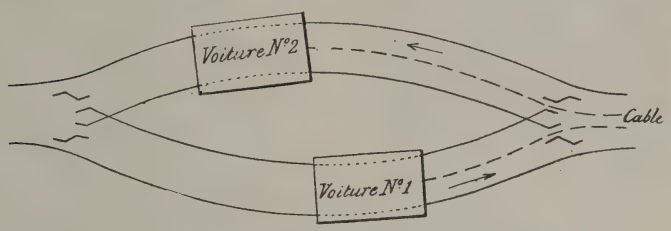


Fig. G. — Plan de croisement.

seules munies de doubles boudins ; les roues de gauche sont de simples tambours, d'une largeur assez grande. Dans la voiture n° 2, la disposition des roues est inversée.) En se reportant aux figures G et H, on voit sans peine que le rail de droite se continue sans interruption tout le long de la voie, et celui de gauche également. La voiture n° 1, guidée par ce rail, sera donc obligée de passer, à la descente comme à la montée, du côté droit de l'évitement. Pour la même raison, la voiture n° 2 passera toujours à gauche. Les rails intérieurs de l'évitement présentent forcément des solutions de continuité : 1° à leurs points de jonction avec les rails extérieurs ; 2° à leurs points de traversée par le câble. La roue en tam-

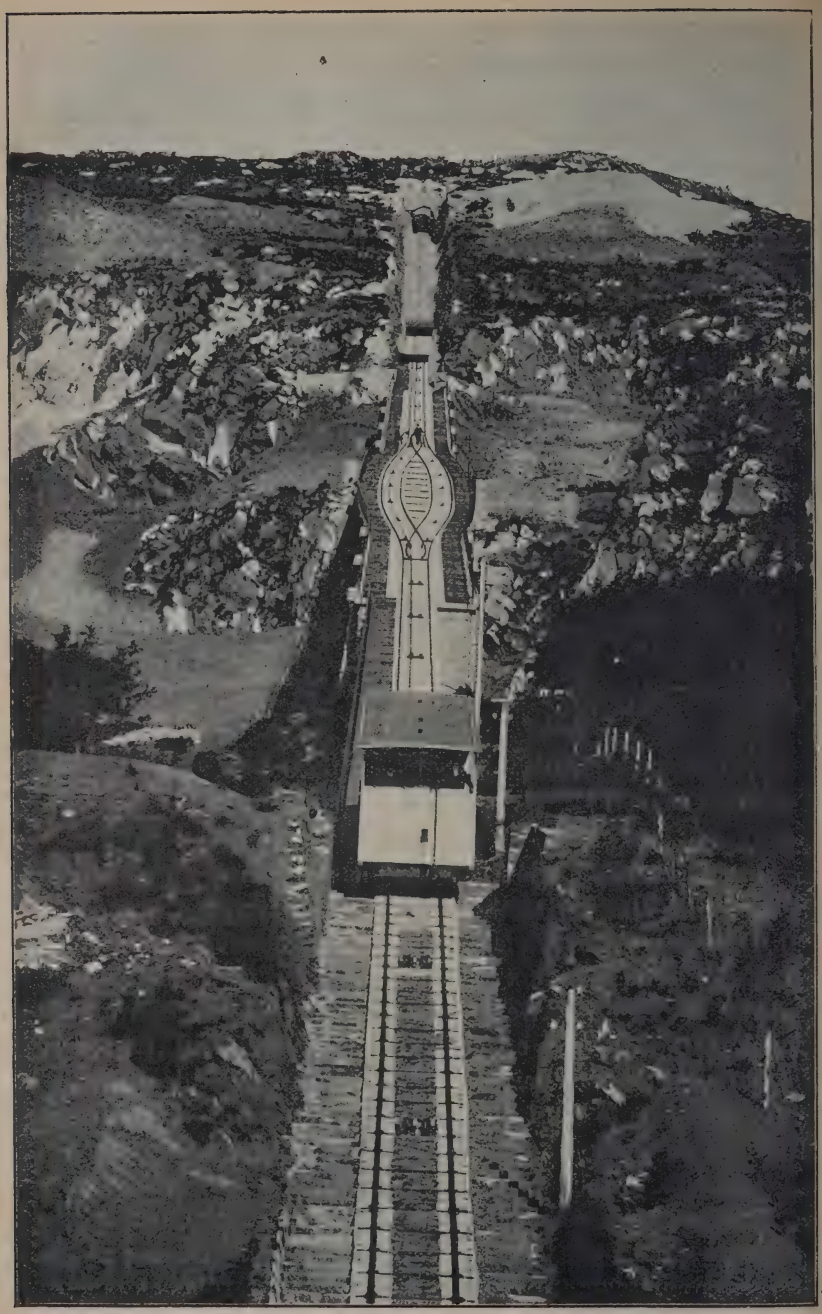


Fig. H. — Le croisement.

bour franchit sans difficulté ces solutions de continuité, en s'appuyant sur les raccords obliques qui les bordent.

Câble. — Le câble qui retient les voitures ou qui les entraîne est en fils d'acier et a 32 mm de diamètre sur 1 100 m de longueur. Il est formé d'une âme en chanvre autour de laquelle sont enroulés 6 torons, formés eux-mêmes d'une âme à 4 fils métalliques entourée de 14 fils d'acier de $2^{mm},4$ de diamètre, le tout enroulé dans le même sens.

Le poids est de $3^{kg},350$ par mètre courant.

Données de résistance :

Résistance individuelle moyenne des fils. .	167 kg par mm²
— du câble	145 kg (elle est toujours plus faible).
Allongement permanent du câble après rupture	2,38 p. 100
Allongement permanent des fils après rupture.	2,6 à 2,9 p. 100
Nombre de torsions pour rupture d'un fil . .	20 à 30
Charge de rupture du câble	54 tonnes.

La tension maximum que supporte en réalité ce câble est égale à la composante parallèle à la voie du poids des deux voitures augmenté de celui du câble. Or chaque voiture, chargée à 50 voyageurs, pèse 8 700 kg; le câble pèse $1\,100 \times 3,35$, soit 3 685 kg. La pente moyenne étant 50 p. 100, la tension maximum est

$$21\,085 \times \frac{1}{2} = 10\,542 \text{ kg}.$$

Elle est loin de la charge de rupture.

Le câble passe, au sommet, sur une grande poulie verticale mise en mouvement par un mécanisme dont nous parlerons plus loin.

Il est guidé dans son mouvement par des galets à gorge fixés, à hauteur convenable, dans des niches ménagées de 10 m en 10 m environ, dans la maçonnerie de la voie (fig. 5). Le câble repose par son propre poids sur ces galets. Il épouse la forme exacte de l'axe de la voie

en plan et en profil. Quelle que soit la charge des voitures, le poids du câble est tel qu'il ne s'élève jamais au-dessus de ses galets. Mais sa tension serait cependant suffisante pour le maintenir en ligne droite dans les parties courbes de la voie, si l'on n'empêchait ce redressement au moyen de poulies à axe incliné.

Le point d'attache du câble à la voiture est situé à une hauteur (comptée au-dessus du sol maçonné et normalement à son plan) un peu supérieure au rayon d'un galet (fig. 6). De cette façon, ce point d'attache passe toujours par-dessus les galets sans les toucher, et le câble ne repose pas, en général, sur le galet qui se trouve immédiatement au-dessus de la voiture, mais seulement sur le suivant.

Le câble est fixé au châssis de la voiture par soudure dans une gaîne en acier, où on coule un alliage d'étain, autour du câble un peu détordu. Ce mode d'attache présente une grande solidité (fig. 27, pl. VII).

III. — LES VOITURES

(PL. III, FIG. 4 ET 7.)

Les voitures, forcément au nombre de deux, sont à caisse en bois, fixée sur un châssis en acier. Elles comprennent cinq compartiments, dont un complètement fermé (pour les personnes sujettes au vertige), et peuvent contenir 50 voyageurs, alors que les véhicules de ce genre ne présentent habituellement que 32 places. Vides, elles pèsent 5 060 kg; chargées, 8 700 kg.

L'aspect, les dimensions, la forme et les dispositions intérieures des voitures sont donnés par les figures 4 et 7 de la planche III et par les diverses photographies qui accompagnent le texte. Les trapèzes que l'on voit sur l'élévation, de part et d'autre des roues, sont des plaques de garde qui cachent les freins.

Les freins sont la partie la plus intéressante des voi-

tures. Chacune d'elles possède un frein modérable et un frein automatique de sûreté, fonctionnant seul en cas de rupture ou de détente du câble. Nous les décrirons plus loin en parlant des organes de sécurité.

Vitesse. — La vitesse normale des voitures est de $1^m,20$ à la seconde ; le trajet se fait donc en 15 minutes. En prenant des mesures d'ordre spéciales, on peut faire évacuer les voitures pleines et les remplir de nouveau en 3 minutes. Dans les moments de presse, les voyages peuvent donc se succéder de 18 en 18 minutes. Normalement, ils ont lieu toutes les demi-heures ou toutes les 20 minutes.

IV. — LE MÉCANISME

(PL. III, FIG. 8.)

Le mécanisme est l'ensemble des appareils permettant de transmettre le mouvement aux voitures par l'intermédiaire du câble. L'origine de ce mouvement est un moteur électrique de 80 chevaux situé à la gare du sommet et que montre la figure I. Ce moteur (fig. 8) met en mouvement, par une courroie A et une poulie B, un arbre horizontal C. Celui-ci entraîne d'abord deux tambours de frein à gorge TT_1, pouvant être serrés par des sabots en bois qui, en les arrêtant, arrêtent le mouvement de tout le mécanisme. La description et le fonctionnement de ces freins, dont l'un est automatique et l'autre à main, sont donnés plus loin.

L'arbre C entraîne un pignon D, qui engrène sur une grande roue dentée E ; c'est elle que l'on voit sur la figure I. L'arbre de cette roue porte un deuxième pignon F qui engrène sur la poulie finale G, où passe le câble (on n'aperçoit sur la figure I que le palier de G). Les mêmes lettres, accentuées, A′, B′,... représentent en projection verticale les mêmes organes.

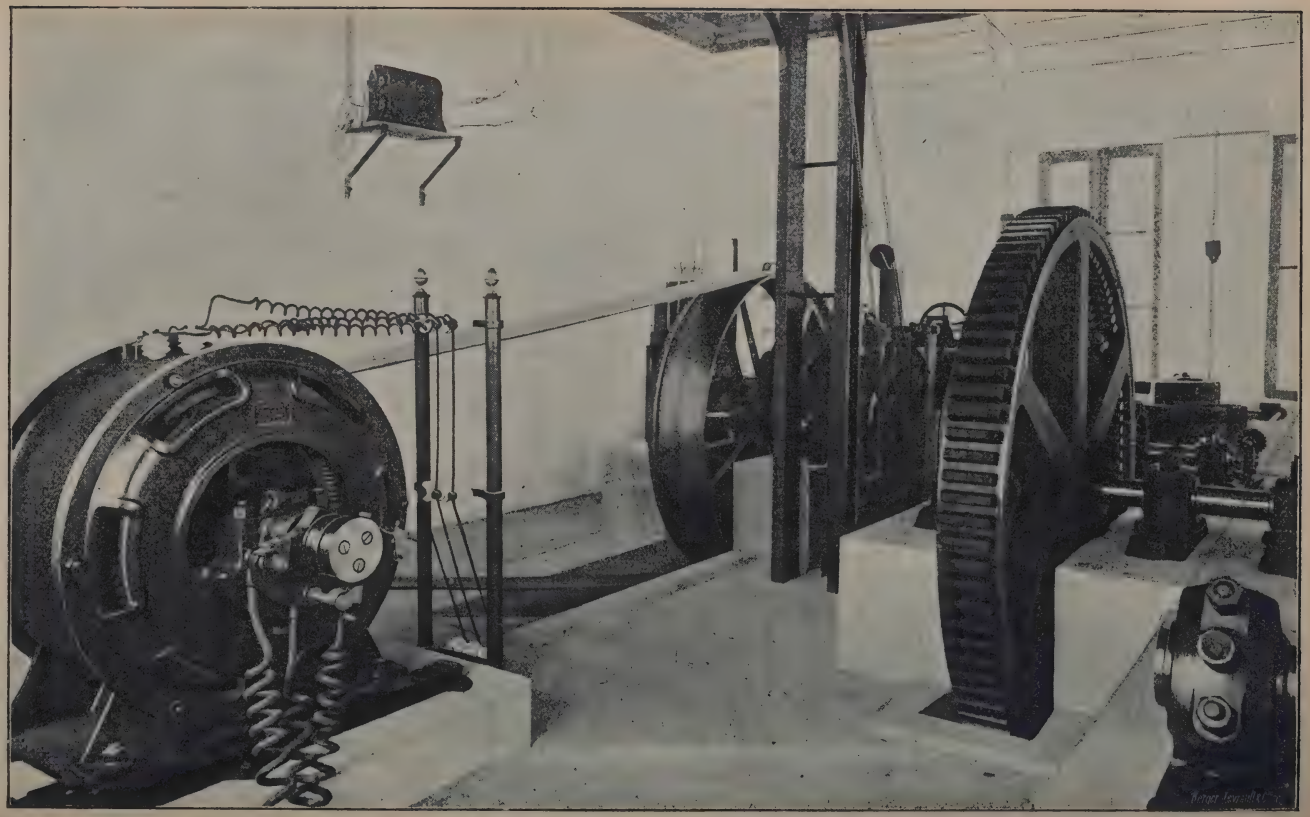


Fig. I. — Moteur et mécanisme à la gare du haut.

Le fonctionnement de cette série de transmissions se comprend facilement. Le moteur tourne lorsqu'il reçoit le courant que lui envoie un mécanicien placé dans la salle des machines, près de la fenêtre par laquelle il surveille la voie. (Le commutateur s'aperçoit sur la figure I dans le coin de la salle, à gauche; nous y reviendrons.)

Le moteur tourne normalement à 675 tours par minute (théoriquement). Cette vitesse, réduite par le train d'engrenages, n'est plus pour la grande poulie que de 5 tours par minute, ce qui donne à la circonférence du fond de la gorge $1^{m},20$ de vitesse linéaire par seconde.

Le câble passe deux fois sur cette poulie qui est à double gorge, présente $4^{m},50$ de diamètre et ne pèse pas moins de 5 000 kg. Il embrasse chaque fois à peu près la moitié de sa circonférence. L'adhérence se fait donc sur 14 m environ. Le câble *abc*... *a'b'c'* passe sur tout un jeu de poulies. Il fallait en effet résoudre le problème suivant : faire passer sur une même poulie deux brins d'un même câble qui doivent courir parallèlement, et à $0^{m},37$ de distance horizontale l'un de l'autre, sur la voie aa_1.

Le câble passe donc de *a* en *b*, c'est-à-dire directement sur la grande poulie, sur la gorge de droite de laquelle il s'enroule de *bb'* en *cc'*. De *cc'* il passe en *dd'* sous une poulie à une seule gorge, mais inclinée comme l'indique la projection verticale auxiliaire de la figure; il en ressort à la partie supérieure en *ee'*, déplacé vers la gauche de 37 cm; il peut donc venir en *ff'* se placer sur la gorge de gauche de la grande poulie, qu'il embrasse jusqu'à *gg'*. De là il se dirige horizontalement, et, pour revenir à sa direction d'entrée, qui est parallèle à la voie, il passe sur une troisième poulie où il ne fait que s'incliner en *hh'* et après laquelle il se retrouve dans la même direction qu'à son entrée dans la salle des machines (a_1).

Un appareil ingénieux permet au mécanicien de toujours se rendre un compte exact de la position des deux voitures. L'arbre C se termine à cet effet par une vis sans fin qui engrène en dessous avec la roue dentée héliçoïdale M et fait tourner l'arbre N, puis par les pignons O, l'arbre fileté P, situé le long de la muraille, devant la fenêtre. La rotation de l'arbre P fait avancer un écrou Q tout le long d'une bande métallique RS, sur laquelle est gravé un plan de la voie. L'écrou Q porte un index qui indique à chaque instant la position de la voi-

ture montante, pourvu que l'appareil soit réglé de façon que le curseur aille de R en S dans le temps d'une ascension. En arrivant à l'extrémité R de sa course, il fait apparaître un tableau portant le numéro de la voiture qui est arrivée en bas (n° 1 par exemple). Après le voyage suivant, la voiture numéro 2 sera en bas et le curseur, étant en S, fera apparaître le tableau portant le numéro 2.

Cette indication de la voiture qui va monter a son utilité. En effet, le mouvement du câble est alternatif; quand une voiture est montée, il faut qu'elle redescende. Ce changement de sens de la marche se fait en intervertissant le sens des courants, en tournant le commutateur (fig. J) dans un certain sens. La manette du commutateur fait mouvoir une flèche-index sur un tableau portant les nos 1 et 2. Ces numéros indiquent, sans erreur possible, comment doit être placé le commutateur pour que la voiture n° 1 (ou la voiture 2) monte. Le mécanicien n'a qu'à disposer son commutateur de façon à en amener la flèche sur le numéro qui est apparu automatiquement devant lui, en fin de course, sans avoir besoin de réfléchir le moins du monde au sens dans lequel doivent avoir lieu les courants.

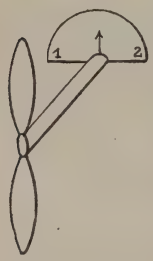


Fig. J.
Commutateur.

Sur un signal venu du bas, le mécanicien donne le courant puis desserre progressivement le frein à main (tambour T_1), qui est toujours serré au repos. Les voitures démarrent. Quand la voiture qui monte arrive à l'entrée de la gare supérieure, le mécanicien enlève le courant. Tout le système continue à se mouvoir par suite de la vitesse acquise; quand la voiture est arrivée au point où elle doit s'arrêter (point qui est variable, car la température et la charge font varier élastiquement la longueur du câble) et que le mécanicien reconnaît à un signe quelconque, il serre progressivement le frein à main jusqu'à l'arrêt complet.

Des précautions spéciales, que nous décrirons plus loin,

sont prises pour empêcher que, par suite d'erreur ou d'accident, le mouvement du câble ne se continue après que la voiture est arrivée au point où elle doit s'arrêter.

V. — PRODUCTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

(PL. IV ET V.)

L'installation électrique est la conséquence immédiate des besoins de la Société du funiculaire.

Celle-ci a pour but principal l'exploitation du funiculaire; mais elle possède nécessairement un excédent de force motrice : cet excédent, comme dans la plupart des installations du même genre, fait l'objet d'exploitations annexes qui ont une certaine importance. Elles se réduisent pour le moment à trois : 1° distribution d'énergie électrique dans la ville de Lourdes, pour l'éclairage et l'industrie; 2° fabrication de glace à rafraîchir; 3° scierie de bois de charpente.

Pour concourir à ce quadruple but, on a utilisé deux chutes d'eau situées (fig. A) l'une à Lugagnan, au confluent du Gave de Pau et du Néez, à 2 km environ en amont du funiculaire; l'autre à Vizens, sur la rive gauche du Gave, à 4 km environ en aval du funiculaire.

La chute du Néez est de 7 m avec un débit normal de 3 m³. Elle a donc une puissance nominale de 280 chevaux, dont 210 seulement effectifs. Elle actionne par l'intermédiaire de trois turbines : 1° un alternateur qui donne des courants alternatifs diphasés; 2° une machine à glace; 3° une scierie mécanique.

Ces deux dernières installations ne présentent pas d'intérêt particulier. Disons seulement que la machine à glace, qui absorbe une quinzaine de chevaux, est mue par une turbine de 30 chevaux et que la scierie est mue par une turbine de 12 chevaux.

La chute du Gave est de $2^m,60$ avec un débit de 10 m^3, donnant une puissance effective de 260 chevaux. Elle met en mouvement deux alternateurs par l'intermédiaire de deux turbines. Elle est donc entièrement consacrée à la production d'énergie électrique.

Canalisations. — Cette énergie est destinée, avons-nous dit, à un double usage : 1° actionner le funiculaire; 2° fournir de la force motrice ou de la lumière dans certaines maisons de Lourdes.

Les canalisations sur lesquelles circulent les courants peuvent donc se grouper en deux grandes lignes :

1° Ligne de transport de force pour le funiculaire; cette ligne, tracée en points ronds sur la figure A, se compose de deux tronçons : l'un va de Lugagnan au funiculaire, l'autre de Vizens au funiculaire. Ils se réunissent dans un pavillon isolé, au voisinage de la gare du bas, en un embranchement qui conduit au moteur.

Le couplage se fait dans ce pavillon, de telle sorte qu'on puisse à volonté amener au moteur soit les courants issus de Lugagnan, soit les courants issus de Vizens, ou enfin les deux si par hasard la baisse des eaux venait à l'exiger;

2° Ligne d'éclairage et de transport de force particulière (plus simplement ligne d'éclairage). Elle part de Vizens et se rend à Lourdes. Différents tronçons s'en détachent en route, suivant les besoins des abonnements; ils ne présentent rien de particulier.

Toutes ces canalisations transportent des courants diphasés à haute tension (3 250 volts). Elles sont à 3 fils. Les fils sont en cuivre, de 5 mm de diamètre, et supportés par des isolateurs en verre à triple cloche, portés eux-mêmes par des poteaux en bois garnis de ronces artificielles pour en interdire l'accès aux imprudents. Les courants destinés à l'éclairage sont transformés en courants à 120 volts. Le moteur du funiculaire marche à

3 250 volts. A cette tension élevée, la perte en ligne est très faible ; elle ne dépasse pas 3 à 4 p. 100 de l'énergie qui y est envoyée.

Ceci posé, nous pouvons étudier en détail les points importants de cette installation.

USINE DE LUGAGNAN

(PL. IV.)

L'usine de Lugagnan comprend un barrage sur le Néez, un canal de dérivation avec déversoir jusqu'à un réservoir d'où partent les conduites forcées aboutissant aux turbines. La figure 9 (planche IV) donne les coupes longitudinale et transversale de la partie de l'usine comprenant la turbine et l'alternateur.

Turbine. — La turbine à axe horizontal est du système Francis, de la maison Escher Wyss, de Zurich. Elle est centripète. L'eau arrive par le bas, se répand par un conduit annulaire dans toute la circonférence de la turbine, et gagne le centre en traversant les aubes qu'elle met en mouvement (fig. 10 ; les petites flèches indiquent la marche de l'eau ; la grande, le sens de rotation de la turbine). L'eau sort par un gros tube qui fait siphon, de sorte qu'elle agit encore par aspiration après sa sortie de l'appareil. On utilise ainsi toute la chute, depuis le niveau du réservoir jusqu'au niveau du canal de fuite.

La puissance recueillie sur l'arbre de la turbine est de 120 chevaux. Un grand volant et une courroie transmettent la majeure partie de cette puissance à un alternateur de 120 chevaux (au maximum) et le reste est employé à actionner le régulateur.

Le régulateur, qui est destiné à maintenir constantes la vitesse de la turbine et celle de l'alternateur, et par suite la force électromotrice de ce dernier, quelles que soient les variations de travail sur la ligne, est très remarquable.

Ses dispositions, tout à fait récentes, méritent une description.

Le régulateur. — L'entrée de l'eau dans la turbine se fait, avons-nous dit, par la circonférence. Elle est dirigée sur les aubes, comme dans toute turbine, par un système de vannes ou de persiennes, A, B, C, D, etc. (fig. 10; le trait double marque la séparation de la partie fixe et de la partie mobile de la turbine).

Ces vannes sont représentées en trait plein (deux d'entre elles, C, D, en coupe) dans la position du maximum d'ouverture. Elles sont montées sur des pivots fixes disposés tout autour de la turbine suivant une circonférence MN. Elles portent des évidements dans lesquels peuvent jouer des tenons *a, b,* etc., disposés sur une circonférence OP. Cette circonférence est en réalité une couronne métallique susceptible de coulisser circulairement autour de son centre, dans une rainure circulaire. (L'évidement qui se voit dans la coupe des vannes C et D n'a pas d'autre utilité que de diminuer leur poids.)

Supposons donc que par un procédé quelconque, on déplace cette couronne OP d'une quantité égale à $\frac{1}{2n}$ de la circonférence, n étant le nombre des vannes. Les tenons a et b viendront en a' et b', entraînant la partie supérieure des vannes qui, tournant autour de leurs axes fixes, se rabattront à gauche (dans les positions indiquées par les traits pointillés) jusqu'à se toucher les unes les autres, interceptant ainsi complètement le passage de l'eau. Les déplacements de la couronne qui devront, en fermant ou en ouvrant les vannes, corriger les variations du travail résistant extérieur seront donc très faibles.

Et il faut qu'il en soit ainsi, car l'alternateur qui fait mouvoir la turbine de Lugagnan est employé généralement à actionner le moteur du funiculaire. Ce dernier,

qui dépense un travail considérable au démarrage (en général 40 chevaux) tombe brusquement, au bout de quelques mètres de marche des voitures, à son travail normal, qui, le plus souvent, n'excède pas 10 chevaux (quand la voiture du haut est plus chargée que celle du bas). Il est donc indispensable de pouvoir fermer très rapidement l'accès de l'eau dans la turbine, pour éviter l'emballement de tous les organes (1).

Mais si cette fermeture n'exige qu'un faible déplacement de l'organe qui lui est consacré, elle exige, en revanche, beaucoup de force. Le régulateur est chargé de la lui fournir avec assez d'abondance, pour que la fermeture puisse se faire en une ou deux secondes ; en même temps il doit la donner automatiquement, c'est-à-dire à la demande du moteur du funiculaire, et sans que le surveillant de l'usine ait à intervenir autrement qu'en cas d'arrêt accidentel.

Ce résultat est obtenu de la façon suivante : une courroie de transmission, partant de l'arbre même de la turbine, actionne une pompe à huile qui comprime de l'huile à 20 kg ; cette huile, après avoir passé par un réservoir à coussin d'air, régulateur de pression (ni la pompe, ni le réservoir ne sont représentés sur aucune de nos figures), se rend au régulateur lui-même, où elle pénètre par une triple valve E (fig. 11). A l'état normal, cette valve laisse ressortir immédiatement l'huile par un tube qui la ramène à la pompe, d'où elle revient à la valve, et ainsi de suite ; il se produit ainsi un courant continu d'huile sous pression.

Le régulateur porte un tachymètre à boules F, relié directement à la turbine. Lorsque la vitesse augmente,

---

(1) Il peut y avoir aussi un arrêt brusque des voitures, dû par exemple au déclenchement d'un des freins de sûreté. Dans ce cas le courant se coupe de lui-même ; mais un certain temps est nécessaire pour que cela se produise, et la prudence exige que — au cas où cela ne se produirait pas — la turbine cesse d'agir sous l'action d'un autre organe, le régulateur.

les boules s'écartent, le disque F remonte et, par l'intermédiaire de la tige G, agit sur la triple valve, où s'ouvre un robinet par lequel l'huile comprimée pénètre jusqu'au cylindre et au piston creux C_1. Si S est la section de ce piston, l'huile le repoussera donc avec une force $S \times 20$ kg dans le sens de l'intérieur de l'appareil, c'est-à-dire, à droite, mouvement qui, par la manivelle D, fait tourner l'arbre B. Sur l'arbre B est calé, dans un plan en arrière de la figure, un autre bras de manivelle (*a* sur la fig. 9) articulé avec la bielle *b* (même figure). C'est cette dernière qui, prolongée en *c*, agit sur la couronne mobile de la turbine et ferme alors le vannage de la quantité nécessaire pour que la vitesse de la turbine, du tachymètre et de l'alternateur retombe à sa valeur normale. La vitesse vient-elle au contraire à diminuer, le tachymètre s'abaisse et la valve ouvre la communication avec le cylindre C_2 où l'huile se précipite et, faisant tourner l'arbre B en sens inverse, ouvre les vannes jusqu'à récupération de la vitesse normale.

Grâce à la haute pression de l'huile (1), la résistance considérable des vannes de la turbine est vaincue presque instantanément. La sensibilité est alors telle que, quelles que soient les variations de résistance que subit le moteur du funiculaire, la vitesse de la turbine ne se modifie jamais de plus de trois centièmes de sa valeur normale (140 tours à la minute; les 3/100 font $4^t,2$, par suite la vitesse est toujours comprise entre 135 et 145 tours). Il en résulte des variations insignifiantes de voltage de l'alternateur, rapidement corrigées par une légère rotation du rhéostat d'excitation.

En cas de non-fonctionnement du compresseur d'huile ou de la valve, une vis à volant permet d'agir direc-

(1) Il est évident que le fonctionnement du régulateur serait aussi bien assuré par tout liquide comprimé amené à la triple valve. Par exemple, on pourrait faire circuler dans les canalisations de l'eau sous pression, la pression étant celle de la chute (20 kg correspondent à 200 m de hauteur de chute. Au Jer il n'y a que 7 m. L'emploi de la pompe est alors justifié).

tement à bras sur l'arbre B dans le sens indiqué par les variations du voltmètre. Mais ce procédé est naturellement peu commode, et le dispositif qui lui correspond n'est là que pour parer aux accidents.

Le fonctionnement de ce système de liaisons électro-mécaniques est alors le suivant : après le démarrage, par exemple, la résistance des voitures diminue. L'énergie mécanique que la turbine produit et leur transmet, par l'intermédiaire de l'alternateur et du moteur, va se trouver trop forte pour le travail demandé par seconde. La vitesse de cette turbine va donc augmenter (et, en même temps, celle de l'alternateur, et par suite le voltage des courants qu'il produit). Mais le régulateur agira aussitôt et fera tomber l'entrée de l'eau jusqu'à ce que le travail par seconde produit dans la turbine soit égal (abstraction faite de la déperdition dans les intermédiaires) à celui qui est nécessaire aux voitures.

L'alternateur. — L'alternateur de l'usine de Lugagnan est un alternateur Brown Boveri de 120 chevaux. Il donne des courants diphasés à la tension efficace de 3 250 volts. Il est à induits fixes et à inducteur tournant (fig. 12). Il produit des courants *diphasés*.

L'inducteur (1) est en étoile, à douze branches de fer doux; six d'entre elles sont entourées d'une bobine traversée par le courant continu donné par l'excitatrice. Il se produit donc six paires de pôles; ces six paires tournent avec une vitesse de 450 tours à la minute devant deux induits formés chacun de 12 bobines réunies en séries. (Les deux séries de bobines, qui se chevauchent dans la réalité, sont représentées séparées et superposées.)

Chaque fois que l'un des pôles passe devant le centre d'une de ces bobines, le courant qui y a pris naissance par suite de ce mouvement change de sens. Il y a donc 12 changements de sens par révolution de l'inducteur, et, dans chaque série de bobines, soit $12 \times 450 = 5\,400$ courants alternatifs de sens contraire par minute,

(1) Ces détails, et d'autres tout aussi élémentaires, imprimés également en petits caractères, sont donnés pour ceux de nos lecteurs qui ne se seraient pas tenus au courant des progrès modernes de l'industrie électrique.

ou 90 par seconde ; soit 45 courants de chaque sens. Les courants produits sont donc à la *fréquence* de 45, et leur *période* est de 1/45 de seconde.

Il en est ainsi dans chaque série de bobines induites. Mais les bobines du second induit étant déplacées, dans le sens de la rotation, d'un demi-douzième de circonférence, les mêmes phénomènes ne s'y reproduisent qu'avec un retard de 1/24 de circonférence. Or, il s'écoule 1/90 de seconde dans le temps qu'un pôle se déplace de 1/12 de circonférence $\left(\frac{60}{450 \times 12}\right)$. Il s'écoule donc 1/180 de seconde pendant qu'il se déplace de 1/24 de tour. L'une des deux séries de courants alternatifs produits est donc en retard sur l'autre de 1/180 de seconde ou de 1/4 de la période. On dit que les deux courants ont entre eux une *différence de phase* de 1/4 de période, ou encore qu'ils sont *décalés* de 1/4 de période. Ils constituent ce qu'on appelle des courants *diphasés*.

Chacun des courants est conduit au haut du pic, au moteur, par un fil spécial ; le fil de retour est commun aux deux courants.

Les courants alternatifs sont constamment variables dans toutes leurs qualités, mais ils varient suivant une loi périodique. On les représente généralement par des courbes sinusoïdales, obtenues en portant en abscisses les temps et en ordonnées les potentiels. Ces courbes représentent en réalité *la variation avec le temps de la force électromotrice développée par l'alternateur aux extrémités du circuit*. C'est ce qu'on appelle proprement le potentiel ou le *voltage* des courants. La figure 13 représente les courants qui nous occupent ici. Dans un espace de temps égal à 1/45 de seconde, le potentiel de l'un d'entre eux (figuré par le trait plein AB) va de zéro à zéro en passant par un maximum, puis en changeant de signe et en passant par un second maximum négatif ; il repasse ensuite par la même série de valeurs. Quant au second courant (trait pointillé *ab*), il est identique au premier, le potentiel y passe par les mêmes valeurs, mais avec un retard de 1/4 de période, soit de 1/180 de seconde. C'est ainsi qu'au moment 1/90 de seconde, alors que le courant AB a un potentiel nul, le courant *ab* a son potentiel maximum (et égal à 4 600 volts) ; au moment 1/180 de seconde, alors que AB passe par son maximum, *ab* est nul, etc. A un moment quelconque *t*, les deux potentiels ont des valeurs *tb* et *t*B en général différentes. Sur la figure, ils se trouvent égaux et de signe contraire : au moment *t'* ils seraient égaux, etc.

En disant que le potentiel commun de ces courants est 3 250 volts, on emploie donc, puisque ce potentiel varie constamment, une expression évidemment fausse. Il s'agit en réalité toujours d'un potentiel spécial que l'on qualifie *d'efficace*. C'est la force électromotrice qui produirait — dans les mêmes conducteurs où circule le courant alternatif — un courant *continu* capable de développer dans ce conducteur la quantité de chaleur qu'y développe le courant alternatif lui-même.

Ce courant continu aurait une certaine intensité, constante. C'est cette intensité que l'on attribue, sous le nom d'*intensité efficace*, au courant alternatif.

L'intensité des courants qui actionnent le funiculaire dépend évidemment du travail que l'on demande au moteur.

Ce travail, lorsque la voiture du bas est pleine et celle du haut vide, a été évalué à 70 chevaux. Pratiquement, on ne dépasse guère, dans les moments de démarrage, 40 chevaux, c'est-à-dire 29 440 watts, qui, pour un voltage de 3 250 volts, correspondent à 9 ampères.

Cette intensité est rarement atteinte : la dépense moyenne est de 5 ampères, qui correspondent à un travail de 16 250 watts, soit 22 chevaux environ.

En réalité, l'intensité suit une courbe identique à celle du voltage. Quand l'ampèremètre annonce cette dépense de 5 ampères efficaces, cela veut dire qu'il passe dans chaque fil un courant qui change 90 fois de sens par seconde, et dont l'intensité varie, pendant 1/90 de seconde, de zéro à zéro en passant par un maximum tantôt positif et tantôt négatif (dont la valeur est 7,1 ampères).

L'excitatrice. — Le courant continu nécessaire à la création des pôles de l'alternateur, à son « *excitation* », est donné par une petite dynamo indépendante montée sur le même arbre. Pour modifier la tension des courants alternatifs, on modifie l'intensité du courant continu excitateur (et par suite la force ou, comme on dit, *le flux* des électro-aimants). On y parvient au moyen d'un rhéostat qui diminue à la fois la résistance du circuit continu et celle du circuit d'excitation de l'excitatrice.

Ce rhéostat affecte alors la disposition représentée *schématiquement* sur la figure K.

Rhéostat. — A et *a* sont les deux circuits induits de l'alternateur. I représente le circuit inducteur; *c* est le collecteur de l'excitatrice, dont *i* représente les inducteurs; RR′ sont les résistances du rhéostat d'excitation; M un curseur mobile qui rencontre à la fois les 3 conducteurs R, R′ et P (qui est quelconque). Le fonction-

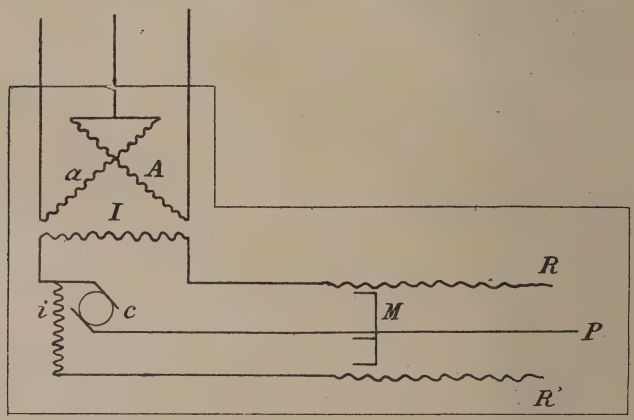


Fig. K. — Schéma de rhéostat.

nement du rhéostat est alors évident; quand M se déplace vers P, les résistances qu'aura à parcourir le courant continu pris par les balais de C, et celles que parcourt le courant excitateur de ce dernier, augmentent. Donc, pour deux raisons le courant continu de I diminue d'intensité. Résultat : le potentiel des alternatifs diminue.

Le tableau de distribution. — Les courants donnés par l'alternateur de Lugagnan n'étant dirigés que dans une seule ligne, le tableau de distribution n'existe pour ainsi dire pas. Il comporte simplement un interrupteur, le rhéostat d'excitation de l'excitatrice, un ampèremètre, un voltmètre (avec transformateur abaissant la tension à 120 volts), et des plombs fusibles.

USINE DE VIZENS

(PL. V.)

L'usine de Vizens comprend deux turbines. L'une de 120 chevaux, actionnant un alternateur diphasé Brown, identique à celui de Lugagnan ; l'autre, de 80 chevaux, fait mouvoir un alternateur diphasé Labour. On transforme donc, à Vizens, 200 chevaux en énergie électrique.

Turbine de l'alternateur Brown. — La première turbine, dont l'installation est représentée par la figure 14, appartient, comme celle de Lugagnan, au système Francis. Elle est horizontale, et son arbre se termine par un grand pignon, horizontal également, qui engrène sur un pignon vertical V, beaucoup plus petit, lequel porte une grande poulie B, reliée par une courroie à l'alternateur. C'est le pignon horizontal qui fait volant. La turbine, à faible chute, à grand débit, fait 46 tours et demi à la minute ; l'alternateur fait 450 tours.

Cette machine a une double destination. Pendant le jour, elle sert de machine de secours à celle de Lugagnan. Qu'une cause quelconque, manque d'eau, accident dans le mécanisme ou sur la ligne, interrompe le fonctionnement de l'alternateur de Lugagnan et le funiculaire serait exposé à s'arrêter brusquement, à rester « en panne » au milieu d'une ascension ; la machine de Vizens serait alors mise en mouvement. Pendant la nuit, elle sert à l'éclairage. C'est là son emploi normal ; l'autre est accidentel, mais assez fréquent néanmoins.

Le régulateur de cette turbine ne présente point la même disposition que celui de Lugagnan. Il sert, en effet, le plus souvent, à l'inverse de celui-ci, à compenser les très petites et très fréquentes variations de travail résistant que produisent l'allumage et l'extinction des lampes électriques dans le circuit de l'éclairage. Il faut

donc qu'il soit très sensible et fonctionne instantanément — *mais d'une très petite quantité* — pour une très faible variation de la consommation extérieure d'énergie. Voici le principe du procédé employé pour lui donner ces qualités.

L'écartement ou le rapprochement des boules d'un tachymètre produit l'élévation ou l'abaissement d'une tige verticale R (fig. 14 et 15). Un pignon P, situé en arrière du plan de figure et mis en mouvement par une courroie indépendante de celle du tachymètre, engrène avec deux plateaux dentés p et p', qui sont *fous sur l'arbre* AA', et que le pignon fait tourner en sens contraire. Sur l'arbre AA' sont clavetés deux disques dentés DD', parallèles aux plateaux pp' dont ils sont très voisins; ils sont immobiles, à l'état normal. Lorsque la tige R s'élève, elle produit, par l'intermédiaire d'un doigt placé en c, l'enclenchement d'un cliquet que porte le plateau p et qui vient se fixer dans les dents du plateau D. Celui-ci devient alors solidaire de p et se met par suite à tourner dans le même sens, en entraînant l'arbre A. Le mouvement descendant de la tige R produit de même l'enclenchement du cliquet de p' dans les dents de D' qui entraîne à son tour l'arbre AA' en sens inverse.

L'arbre A' communique, par les intermédiaires que l'on voit sur les figures 14 et 16, son mouvement à la couronne des aubes de la turbine.

Il suffit d'un déplacement de quelques millimètres pour produire l'enclenchement dans un sens ou dans l'autre.

L'appareil est d'ailleurs, en réalité, très compliqué. Les cliquets sont au nombre de 4 sur chaque disque; ils sont déclenchés chaque fois qu'ils passent au point diamétralement opposé à la tige R, en c_1 c'_1, par deux doigts qui s'y trouvent en permanence. Les vannes de la turbine conservent alors la même ouverture, jusqu'à ce qu'une

nouvelle variation de résistance vienne faire enclencher de nouveau l'un ou l'autre des cliquets et produise une nouvelle ouverture des vannes proportionnée à la nouvelle demande de travail.

Lorsque la turbine de Vizens fournit l'énergie au moteur du funiculaire, ce régulateur — malgré sa grande rapidité pour les petites actions — serait beaucoup trop lent pour produire les grandes ouvertures ou fermetures devenues nécessaires à la turbine. Il faut alors faire mouvoir les vannes à la main, ce qu'on réalise en agissant directement sur l'arbre AA′ par un volant. Cette opération est pénible, elle exige la force de deux hommes, et nécessite une surveillance constante de l'ampèremètre.

Alternateur Labour. — La seconde turbine est à axe horizontal et fait mouvoir un alternateur diphasé Labour. Celui-ci est formé de deux alternateurs ordinaires, *monophasés,* à induits mobiles, montés sur un même arbre, et décalés d'un angle tel que l'un des alternateurs soit constamment en retard sur l'autre de 1/4 de période. Ils donnent donc deux courants diphasés. Ils ont une excitatrice commune, mise en mouvement par une petite courroie.

Ces deux alternateurs donnent des courants à 120 volts seulement, qui sont transformés, par un transformateur, en courants à 3 250 volts, et envoyés dans la canalisation de lumière (voir fig. 18, pl. VI). Les deux courants obtenus, sans être absolument indépendants l'un de l'autre, sont sujets cependant à quelques petites variations indépendantes, puisqu'ils proviennent de deux alternateurs. Il est cependant indispensable que leurs qualités soient identiques et notamment leurs tensions. Ces tensions, indiquées par deux voltmètres différents, seront donc l'objet d'une surveillance spéciale. Leur identification s'opérera en agissant sur le courant continu excitateur : 1° par la modification des résistances de l'un ou de

l'autre des circuits excitateurs des alternateurs ; 2° par la modification des résistances du circuit excitateur de l'excitatrice. Pour pouvoir agir sur l'un ou l'autre de ces 3 circuits, le tableau de distribution est muni de 3 rhéostats, conformément au schéma de la figure 17 (1).

I_1 I_2. — Induits mobiles des deux alternateurs monophasés;
i_1 i_2. — Inducteurs fixes des deux alternateurs;
r_1 r_2. — Résistances variables des circuits des inducteurs i_1 i_2;
m_1 m_2. — Curseurs mobiles des rhéostats r_1 r_2;
c. — Collecteur de l'excitatrice commune;
i'. — Inducteur de l'excitatrice;
r'. — Résistance variable du circuit de l'inducteur i';
m'. — Curseur mobile du rhéostat r'.

La turbine ne présente pas d'intérêt, pas plus que son régulateur qui n'a rien de particulier.

VI. — DISTRIBUTION ET CONSOMMATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

(PL. VI.)

La Société du funiculaire du Grand Jer a donc à sa disposition trois sources d'énergie électrique, savoir :

1° L'alternateur Brown de Lugagnan, 120 chevaux (3 250 volts);

2° L'alternateur Brown de Vizens, 120 chevaux (3 250 volts);

3° L'alternateur Labour de Vizens, 80 chevaux (120 volts transformés en 3 250).

Il s'agit d'utiliser ces trois sources suivant les besoins et en particulier de pouvoir employer à volonté l'une quelconque des trois à l'une quelconque des deux consommations : funiculaire ou éclairage. Il faut aussi pouvoir

(1) Ce schéma est intéressant à comparer à celui du rhéostat de Lugagnan.

accoupler deux et à la rigueur trois de ces sources. C'est dans ce but qu'ont été organisées les canalisations et les connexions électriques.

Les appareils consommateurs d'énergie sont :

1° Le moteur du sommet du pic, 80 chevaux (3 250 volts);

2° L'éclairage dans la ville de Lourdes, 50 chevaux (120 volts);

3° L'éclairage du bas et du haut du pic (120 volts).

(Nous négligeons l'éclairage des usines de Lugagnan et Vizens, qui est insignifiant.)

Et les canalisations iront :

1° De Lugagnan au pied du pic;

2° De Vizens au pied du pic;

3° Du pied au sommet du pic;

4° De Vizens à la ville de Lourdes.

La figure 18 montre l'ensemble de cette installation et les figures 19, 20 et 21 montrent les détails les plus intéressants des connexions de ces canalisations, que nous allons maintenant décrire sommairement.

GARE DU BAS

Un petit pavillon en bois, élevé à côté de la gare, reçoit les deux lignes issues de Vizens et de Lugagnan. La disposition des conducteurs donnée par la figure 19 est telle qu'on puisse à volonté mettre en relation la conduite qui longe la voie du funiculaire avec la ligne de Lugagnan ou avec celle de Vizens, ou avec les deux, et qu'on puisse aussi l'en séparer complètement.

A cet effet, chaque conducteur présente une solution de continuité dont les deux extrémités se trouvent disposées en forme de pinces à ressort, et dans laquelle on peut intercaler à volonté un cylindre de porcelaine très épais, tel que A; ce cylindre, à l'intérieur duquel se trouve un conducteur formé d'un plomb fusible à l'intensité

maxima que doivent recevoir les appareils, peut s'enlever à la main (ou en le saisissant, pour plus de sûreté, avec une pince en bois). Il suffit de placer convenablement ces coupe-circuits A B C, *a b c*, $\alpha\ \beta\ \gamma$, pour obtenir l'une quelconque des combinaisons désirées. Pour couper une ligne, on n'a qu'à enlever les coupe-circuits et à les déposer à terre. On évite ainsi d'une façon absolue les fausses manœuvres qui se présentent quelquefois avec les commutateurs. Les cylindres employés ont environ 35 cm de longueur sur 7 à 8 de diamètre. On les retrouvera dans tous les tableaux.

La figure 18 montre en outre qu'une petite dérivation est prise à la gare du bas, sur un des conducteurs et sur le fil de retour (sur ce qu'on appelle *une des phases* du courant diphasé), pour servir à l'éclairage de la gare du bas, après avoir passé par un transformateur qui abaisse la tension de 3 250 à 120 volts.

GARE DU HAUT

Le moteur. — Le moteur, d'une puissance de 80 chevaux, appartient à la catégorie des moteurs dits à champ tournant et asynchrones.

Il est formé, ainsi qu'on le voit dans la figure I où il occupe le premier plan, d'une carcasse cylindrique en acier, à la surface intérieure de laquelle sont fixés deux enroulements qui se chevauchent [on voit un fragment de chacun de ces enroulements par l'ouverture du haut] et dans lesquels circulent séparément les deux séries de courants alternatifs amenés par les canalisations à la partie supérieure du moteur. Ils entrent par les fils extrêmes, sortent par le fil du milieu, toujours en retard l'un sur l'autre de 1/180 de seconde. Ces deux enroulements sont disposés (fig. 22) de façon à former des bobines qui donnent naissance à des pôles d'aimant. Ces pôles, dont le nombre est de huit pour chaque enroulement, sont d'intensité magnétique variable, puisque l'intensité des courants varie et que leur sens change même une fois par période. Dans cette période, de 1/45 de seconde, chaque bobine du moteur engendre un pôle magnétique, dont la puissance varie suivant la

même loi sinusoïdale que l'intensité du courant qui lui donne naissance : au bout de 1/180 de seconde, la puissance magnétique de ce pôle est maxima ; elle décroît alors, devient nulle au bout de 1/90 de seconde, et le pôle devient un pôle sud. Sa puissance croît jusqu'au moment 3/180 de seconde pour redevenir nulle au bout de 1/45 de seconde, et ainsi de suite. Toutes les bobines formées par un même enroulement donnent ainsi naissance à des pôles variables ; les enroulements sont tels que ces pôles sont alternés. En même temps, les pôles créés par le second enroulement suivent la même loi de variations, c'est-à-dire qu'ils passent par les mêmes étapes que ceux du 1er enroulement, mais toujours avec un retard de 1/180 de seconde. (Marche des courants dans la figure schématique 22 : 1er courant M NS NS..., etc., puis sortie par R ; 2e courant *m ns ns..* , etc., et sortie également par R.)

Les champs magnétiques créés par ces deux systèmes de pôles se composent, se combinent les uns aux autres suivant des lois spéciales et le résultat — enseigné par la théorie aussi bien que par l'expérience — est un champ unique dans lequel l'intensité et la direction de la force magnétique varient comme s'il était dû aux deux pôles d'un aimant unique, qui tournerait autour de l'axe du système des enroulements, avec une vitesse égale à 1/4 de tour par période (1/4 parce que les enroulements du moteur du Jer donnent naissance chacun à 4 paires de pôles).

Or, si on place au milieu d'un pareil « champ tournant » un corps conducteur susceptible de tourner autour du même axe que le champ, l'expérience montre qu'il s'y forme des courants électriques, appelés *courants de Foucault,* que le champ entraîne dans son mouvement de rotation. Les courants de Foucault entraînent eux-mêmes leur conducteur, avec une vitesse qui dépend de la résistance matérielle qu'il offrira au mouvement qu'il est ainsi sollicité à prendre.

Ce conducteur est formé ici de lames de cuivre disposées sur un cylindre ; on l'aperçoit dans la figure I, par l'ouverture centrale de la carcasse. La vitesse maxima qu'il pourrait prendre serait celle du champ, 1/4 de tour en 1/45 de seconde, soit 45 quarts de tours par seconde et 675 tours par minute. Mais ce moteur étant soumis aux efforts résistants des voitures à monter, cette vitesse sera, en réalité, toujours inférieure à celle du champ. Très faible au démarrage, elle ne tarde pas à prendre une valeur de régime qui correspond à la vitesse des voitures ($1^m,20$ à la seconde), soit environ 600 tours.

Ce moteur est construit, par une utilisation rationnelle des

curieuses et précieuses propriétés des moteurs asynchrones, de façon que sa vitesse varie entre des limites assez étroites, tant qu'on ne lui demande pas d'effort très considérable; il en résulte que, à part le moment du démarrage où il marche très lentement, il conserve une vitesse toujours très voisine de 600 tours, et ne faisant varier que de 4 à 5 cm au plus la vitesse linéaire des voitures.

On voit (fig. I) trois anneaux de prise de courants auxquels aboutissent trois gros conducteurs. On recueille sur ces trois conducteurs les courants de Foucault produits par la rotation du champ, et on les amène à un rhéostat spécial, par lequel on peut augmenter à volonté la résistance des conducteurs qu'ils franchissent. La théorie montre en effet que le démarrage à forte charge est d'autant plus puissant que la résistance des conducteurs, où circulent les courants de Foucault, est plus grande.

Les connexions. — La figure 20 montre le plan schématique des canalisations électriques de la gare du sommet.

Une dérivation est d'abord prise sur une des phases comme à la gare du bas, pour servir à l'éclairage de la gare et des divers établissements du sommet. Une autre dérivation, également abaissée à 120 volts, va alimenter un frein électrique; deux interrupteurs automatiques de sûreté coupent le courant lorsque les freins automatiques fonctionnent : nous indiquons le détail de ces dispositions au chapitre suivant. Les courants traversent ensuite trois interrupteurs, à plomb fusible, identiques à ceux de la gare du bas, et arrivent enfin à un *commutateur inverseur* qui mérite une description spéciale.

Commutateur inverseur. — Ce commutateur a un double objet :

1° Ouvrir ou fermer le courant pour mettre en marche le moteur ou l'arrêter;

2° Modifier le sens de rotation du moteur (ce qui est nécessité par le mouvement *alternatif* du câble et des voitures).

Ce changement de sens s'obtient en changeant le cou-

rant qui passe dans chaque enroulement du moteur. En faisant passer le courant en avance de 1/180 de seconde dans l'enroulement M NS... (fig. 22), pendant que le courant en retard passe dans l'enroulement *m ns...*, on obtient un certain sens de rotation. Le sens de rotation sera changé si c'est le courant en avance qui passe par l'enroulement *m ns...*, alors que le courant en retard passe par M NS...

En se reportant à la courbe représentative des courants (fig. L), on voit que, en réalité, n'importe lequel des courants est en avance ou en retard sur l'autre. Ainsi au moment *t*, le courant A a un certain voltage *t*B. Dans 1/180 de seconde, le courant *a* aura le même voltage *t'b* (*tt'* = 1/180). Mais au moment *t''*, c'est-à-dire 3/180 de seconde avant *t*, le courant *a* avait aussi cette même va-

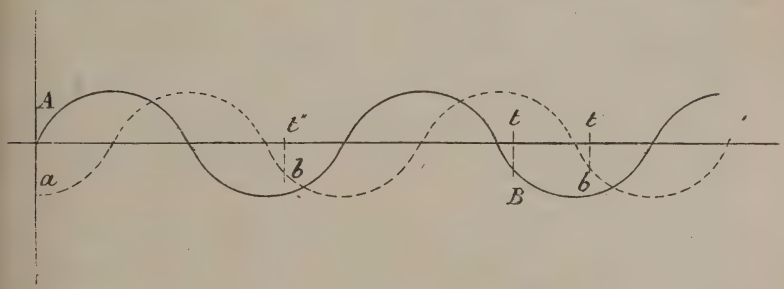


Fig. L.

leur, que A devait avoir 3/180 de seconde après. On ne peut donc pas dire absolument que c'est A qui est en avance. Mais A est en avance de 1/180, d'un quart de période sur *a*, tandis que *a*, lui, est en avance de 3/180, de 3/4 de période sur A. Quand on parle du courant en avance, on entend toujours celui qui avance de 1/4 de période.

Nous avons déjà dit comment ce résultat était obtenu machinalement et sans réflexion de la part du mécanicien, par une rotation d'un quart de cercle de la manette de commande du commutateur.

La figure 23 montre en projection horizontale le détail de ce très ingénieux instrument, qui a l'air très compli-

qué, mais est cependant d'un maniement bien simple. Il se compose de trois conducteurs métalliques, pliés en forme d'U et fixés par leurs bases sur l'arbre de la manette de commande, qui est en matière isolante. La direction des branches de ces U est parallèle à celle de la manette.

A gauche et à droite de cet arbre sont six plots métalliques (en forme de pince à ressort) sur lesquels viennent se poser les six branches des trois U, soit à gauche, soit à droite. Ces plots sont séparés les uns des autres par cinq plaques d'ardoise isolantes, et placés derrière un tableau de marbre, d'où la manette émerge seule, conformément à la figure J.

Lors donc que la manette est verticale, les six branches sont elles-mêmes verticales, les plots ne sont pas mis en rapport les uns avec les autres. Lorsqu'elle est rabattue à gauche, par exemple, tous les plots désignés par une même lettre sont mis en relation électrique par les conducteurs en U : A_1 se trouve en relation avec A'_1, B_1 avec B'_1, C_1 avec C_1'.

Sur la partie droite de la figure 23, on voit les connexions qui réunissent les plots d'une manière permanente (ce sont seulement les traits qui sont dessinés entre les deux rangées de plots). La manette étant rabattue à gauche, il faut y ajouter les relations créées par ce rabattement et représentées latéralement entre deux plots consécutifs par un trait ondulé (A_1 A'_1, B_1 B'_1, C_1 C'_1).

Si on suppose que la manette est rabattue à droite, il faut négliger ces traits ondulés, et ajouter aux connexions fixes celles qui résultent de la présence à droite des U et qui sont représentées par des traits latéraux rectilignes (AA′, BB′, CC′).

Cela posé, la marche des courants peut se suivre avec la plus grande facilité sur la figure.

Admettons que les courants arrivent de l'usine par les trois plots

inférieurs ronds 1, 2, 3 et sortent par les trois plots ronds supérieurs pour se diriger vers le moteur (1).

1° La manette est rabattue à droite :

(Ne tenir compte que des connexions extérieures rectilignes AA′, BB′, CC′.)

Le courant qui arrive au plot 1 suit le chemin indiqué par des 1. On voit qu'il arrive au plot B, passe au plot B′ et ressort par le plot 1 supérieur; de même 2 et 3 ressortent par les plots 2 et 3. Le courant 1 pénètre donc dans l'enroulement M, le courant 3 dans l'enroulement *m*. Le courant 2 passe par R.

2° La manette est rabattue à gauche :

(Ne tenir compte que des connexions extérieures ondulées $A_1A'_1$, $B_1B'_1$, $C_1C'_1$.)

Le courant qui arrive au plot *a*, c'est-à-dire le courant 1 de tout à l'heure, suit le chemin indiqué par des *a*. Il passe par les plots $B_1B'_1$ et sort par le plot 3 qui le conduit à l'enroulement *m*. De même le courant 3 arrive à l'enroulement M, tandis que 2 sort toujours par R. La circulation des courants dans le moteur est donc inversée.

3° La manette est verticale :

Aucune des connexions latérales n'existe entre les plots, les courants ne peuvent donc pas passer.

CONNEXIONS A L'USINE DE VIZENS

La figure 21 montre la disposition schématique du tableau de distribution de l'usine de Vizens. Ce tableau est très important, car c'est par lui que l'on fait les couplages des différents alternateurs.

On y retrouve tout de suite les ampèremètres A, les voltmètres V, des interrupteurs à plomb fusible, des

(1) Ces flèches tracées sur les figures sont de pure convention. Il est en effet impossible de fixer par un signe le sens d'un courant alternatif, sens qui varie ici 45 fois par seconde. De plus, comme il y a deux courants et un troisième de retour, toutes les combinaisons de sens peuvent se présenter. On suppose, en général, que les flèches indiquent ce que sont les sens des courants au moment précis où l'on considère un événement électrique quelconque. Ici les flèches ne sont mises que pour indiquer le sens général du transport d'énergie, de l'usine au moteur. Comme nous allons considérer chaque courant isolément, nous supposerons, pour la commodité du langage, que chaque courant se meut, au moment où nous en parlons, dans le sens de la flèche.

lampes L « indicatrices de phases » et des commutateurs tels que C. T représente des transformateurs de 3 250 à 120 volts ou inversement. Le jeu de ces différents organes est le suivant :

Couplage des alternateurs. — Supposons que l'on veuille coupler les deux alternateurs Brown et Labour de Vizens, en vue d'envoyer les courants produits par ces deux alternateurs dans la canalisation d'éclairage.

Les commutateurs C et C′ seront ouverts, le commutateur *c* sera fermé sur *a*, le commutateur *d* sera fermé de façon à obtenir les circuits représentés dans la partie gauche A de la figure 24. Dans ces conditions, l'alternateur Labour donne des courants diphasés à 120 volts dans le circuit *rstuvx*, qui comprend le transformateur T_1 (où la tension de ce courant s'élève à 3 250 volts pour la ligne extérieure). Il y a donc dans les conducteurs DE reliés à la canalisation d'éclairage, un courant de 3 250 volts donné par les alternateurs Labour. De plus, dans la dérivation *ldm* T *np* circule un courant alternatif à 120 volts formé d'une seule des phases des courants diphasés produits, et dont la dérivation *ma* V *n*, qui passe par un voltmètre, fait connaître la tension.

Mettons alors en marche l'alternateur Brown. Pour le coupler avec le Labour, il suffit de fermer les commutateurs C′.

Cette opération n'est pas aussi simple qu'elle peut le paraître.

On couple toujours deux alternateurs en quantité, c'est-à-dire de façon que leurs intensités s'ajoutent dans la ligne générale. Ceci ne peut avoir lieu que si ces alternateurs ont, *à chaque instant*, même force électromotrice, ce qui exige qu'ils aient même fréquence. Sinon, cela est évident, les courants se rencontreraient en sens inverse dans la canalisation générale, s'affaibliraient et même se détruiraient, partant, ne seraient d'aucune utilité. Les deux alternateurs sont bien montés de façon à avoir, à très peu de chose

près, la même fréquence ; mais cette fréquence ne saurait être absolument constante ; elle varie, par exemple, de 1/40 à 1/50 de seconde, dans chacun des deux alternateurs. Une propriété remarquable des alternateurs est d'ailleurs que, une fois couplés, à la même fréquence, *exactement la même,* ils restent rigoureusement synchrones, toute variation de fréquence de l'un étant immédiatement suivie par l'autre ; on dit, et ce mot fait image, qu'ils sont *accrochés.* Il s'agit donc d'accrocher les deux alternateurs, c'est-à-dire, de fermer le commutateur C′ au moment précis où les fré-

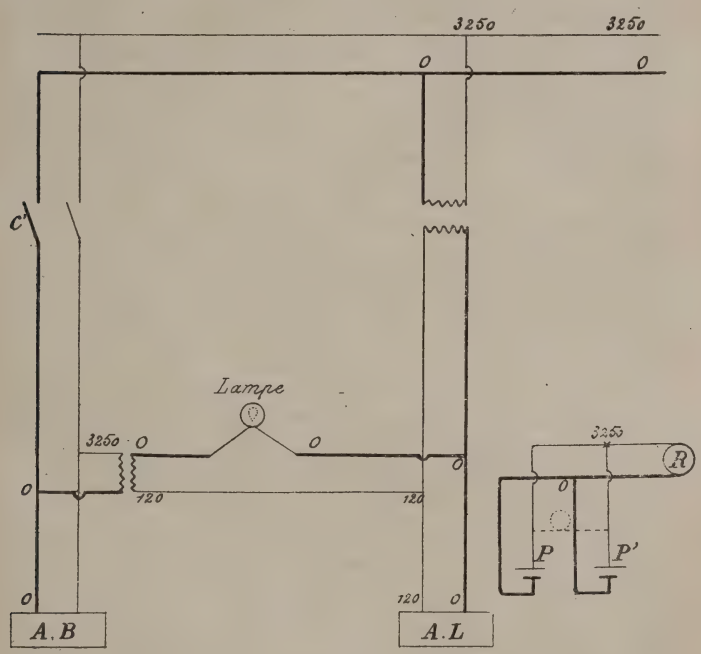


Fig. M.

quences sont rigoureusement identiques dans les deux. C'est la lampe indicatrice de phase L_1 qui fera connaître ce moment.

L'alternateur Brown tournant à vide, il ne se produit des courants, à 3 250 volts, que dans le petit circuit B H I K qui comprend le transformateur T. Celui-ci introduit donc dans le circuit auxiliaire *o m d l s x p n* un courant à 120 volts (mesuré au voltmètre V). On règle d'abord les excitatrices des deux alternateurs de façon

que tous les voltmètres indiquent la tension bien uniforme de 120 volts. On voit alors la lampe indicatrice de phase présenter des variations d'éclat périodiques et assez lentes dues aux combinaisons des courants de double origine qui circulent dans le circuit qui la comprend. Lorsqu'elle éclaire très vivement, c'est que les courants se sont ajoutés pendant quelques secondes, c'est-à-dire que, pendant un nombre assez grand de périodes, les valeurs des forces électromotrices, *dans le circuit auxiliaire*, se sont trouvées en concordance parfaite. Quand la lampe s'éteint, c'est encore que, pendant un nombre assez grand de périodes (90 si l'extinction a duré 2 secondes) les forces électromotrices, constamment variables, dues, l'une à l'alternateur Labour, l'autre au transformateur T, variaient identiquement suivant la même loi, en restant constamment égales *mais de sens contraire*. La figure M, qui représente une répartition des potentiels dans une des phases pendant un moment infiniment court, montre que s'il en est ainsi dans le circuit auxiliaire, c'est que, dans le circuit général, les deux alternateurs sont exactement synchrones. On y voit immédiatement : 1° que la lampe doit s'éteindre, ses deux bornes se trouvant au même potentiel O ; 2° que les deux alternateurs concourent à donner le même potentiel à un même fil de la canalisation ; Ils se trouvent dans la position de deux piles PP′ montées en quantité, pour conduire le courant à un récepteur R (fig. M, à droite).

Donc quand la lampe s'éteint, les deux séries de courants sont concordantes, même potentiel, même fréquence. On ferme alors le commutateur C′ et les deux alternateurs sont « accrochés ». Tout le courant produit à Vizens se rend donc alors dans la canalisation d'éclairage.

La figure 24 B indique la disposition à donner aux connexions pour accoupler les deux alternateurs Brown, celui de Vizens et celui de Lugagnan, en vue de la marche du funiculaire. Au lieu d'inscrire les potentiels, on a représenté par des flèches le sens des courants à un des instants pendant lesquels peut se faire l'accrochage.

On étudierait sans peine sur la figure 18 quelles dispositions des connexions il faut adopter pour grouper l'alternateur Brown de Lugagnan avec l'alternateur Labour de Vizens, etc.

Les connexions à Lugagnan n'ont aucun intérêt ; il n'y en a pour ainsi dire pas. Une seule canalisation y aboutit.

VII. — LES ORGANES DE SÉCURITÉ

(PL. VII.)

Un funiculaire présente, par son installation même, un danger permanent de chute des voitures. Cette chute, qui serait désastreuse sur une pente aussi accentuée, peut provenir de rupture du câble ou de ses moyens d'attache, ou bien encore de l'emballement de la voiture qui descend. Des précautions spéciales ont été prises contre ces accidents, car, bien que le premier en particulier soit rendu tout à fait improbable par les dimensions et la qualité du câble, il faut toutefois le prévoir et s'en garantir.

De plus, l'exploitation d'une telle ligne, si courte soit-elle, ne peut s'organiser sans quelques précautions, sans un jeu de signaux permettant d'en assurer le fonctionnement régulier.

FREINS

Les organes qui empêcheront la chute des voitures en cas de rupture du câble devront naturellement se trouver sur les véhicules mêmes : ce sont les freins des voitures. Les organes destinés à la modération du mouvement, ou à son arrêt dans tous les cas autres que celui de la rupture, agiront sur le câble par l'intermédiaire des poulies du mécanisme : ce sont les freins fixes. *Ces deux catégories de freins sont indispensables au fonctionnement d'un funiculaire.* Ils doivent tous être à la fois automatiques et maniables à la main.

Nous allons décrire successivement les systèmes qui ont été adoptés au Grand Jer.

Freins fixes. — Ces freins sont placés à la gare du haut, dans le mécanisme, sur l'arbre C des figures 8 (pl. III) et 25 (pl. VII). Ils sont au nombre de deux, placés côte à

côte, l'un automatique, d'arrêt, l'autre à main, modérable. Ils se composent chacun de deux leviers verticaux dont les axes d'articulation sont placés près du sol (AA', fig. 25) et munis de deux sabots de bois SS'. Les parties supérieures de ces leviers portent des écrous réunis par un arbre B dont les deux extrémités sont filetées en sens inverse. Un mouvement du volant V suffit donc à rapprocher les deux sabots l'un de l'autre et à serrer progressivement la roue à gorge D, calée sur l'arbre C, ce qui immobilise tout le mécanisme et, par suite, le câble et les voitures.

Ces organes sont les seuls qui constituent le frein à main. Le frein automatique en comprend quelques autres destinés à le faire agir de lui-même, dans certaines circonstances prévues.

Dans tous les cas, le serrage automatique est obtenu par la rotation de l'arbre fileté B. Sur cet arbre est calée une petite poulie formant treuil (que l'on a représentée à part) et sur laquelle vient s'enrouler un petit câble en fil de fer. Ce câble passe ensuite sur une deuxième poulie, et porte à son extrémité un lourd poids P de fonte, guidé dans un cylindre vertical qui sert en même temps de bâti au mécanisme. (Le poids P est représenté en pointillé.) La chute de ce poids entraîne la rotation de l'arbre B et le serrage des freins. A l'état normal, ce poids est retenu par un doigt *d* qui pénètre par une ouverture à l'intérieur du cylindre. Ce doigt fait partie d'un levier coudé à trois branches *a d b*, dont l'axe *c* est fixé à une couronne métallique boulonnée au cylindre contenant le poids P. Il suffit que l'extrémité *a* de ce levier s'abaisse, ou que son extrémité *b* se lève, pour que le doigt *d* se dégage, que le poids tombe et que le frein se serre. Ce mouvement est obtenu, suivant le cas, par le jeu de tout un système de tringles et de leviers, que nous allons indiquer tout à l'heure.

En même temps que le poids P tombe, il fait tourner

de 90° environ, par l'intermédiaire d'une griffe G, une poulie R dont l'axe est fixé aussi au cylindre. Cette poulie communique son mouvement, par le moyen d'une chaîne de Galle HH′ à l'arbre d'un interrupteur (non représenté sur la figure, mais indiqué à la figure 20 sous le nom d'interrupteur de sûreté). Le serrage automatique du frein entraîne donc de lui-même la suppression du courant, quelle que soit la cause qui le produit. Il n'en est pas de même du serrage du frein à main, qui est surtout un modérateur et peut fonctionner en même temps que le courant continue à faire mouvoir le mécanisme.

Pour remettre le système en mouvement, après avoir remédié aux causes qui ont provoqué l'arrêt, on desserre le frein en tournant à la main le volant V. Le poids remonte par cela même et l'interrupteur de sûreté referme le circuit ; le courant peut donc alors passer de nouveau; nous disons « peut », car le premier soin du mécanicien, en cas d'arrêt accidentel, est, bien entendu, de couper le courant avec l'interrupteur inverseur.

Ceci posé, examinons le fonctionnement automatique du frein en cas de descente brusque.

1° *Pour une cause quelconque, la vitesse de la voiture s'accélère et dépasse* $1^m,20$.

La vitesse de rotation du tambour D dépasse donc également sa valeur normale. Or le moyeu du tambour porte quatre excavations, dans chacune desquelles est placée, à frottement doux, une masse de fonte F calculée de façon que la force centrifuge la chasse de son logement dès que la vitesse s'accélère et que celle des voitures arrive à $1^m,30$. Une de ces masses vient alors choquer l'extrémité a' d'un levier $a'b'$ (fixé comme ab au cylindre vertical), et abaisse ou soulève cette extrémité, suivant le sens de la rotation. Dans les deux cas, le résultat sera la chute du poids P. En effet, les deux tringles aa' et ab' sont évidées à leur partie inférieure. Si donc a' est

abaissée, a est entraînée vers le bas pendant que b' se soulève dans l'évidement de ab'. Si, au contraire, a' est relevée, elle remonte sans effet dans l'évidement de sa tringle aa', mais b' s'abaisse, entraînant a et le doigt d.

2° *Le courant vient à manquer ou à s'affaiblir.*

L'énergie venant à manquer au moteur, la voiture la plus lourde se mettrait à descendre, entraînant tout le mécanisme, et pourrait prendre une vitesse dangereuse avant que le mécanicien ait eu le temps de s'en apercevoir et de serrer le frein à main. Le frein fonctionnerait bien par la force centrifuge, et il n'y a aucun danger; mais deux précautions valent mieux qu'une, et d'ailleurs, si la voiture la plus lourde était celle du bas, cet arrêt du courant provoquerait un changement brusque de marche, qui, bien que rapidement suivi d'un arrêt, ne manquerait pas d'effrayer beaucoup les voyageurs.

En vue d'éviter cet accident, le dispositif suivant a été adopté. Une dérivation du courant, dont le potentiel est abaissé à 120 volts par un transformateur T, traverse un solénoïde fixé à une colonne et dans lequel le courant maintient une barre de fer doux ON dont l'extrémité inférieure N porte un évidement. Dans cet évidement peut coulisser un boulon fixé à l'extrémité fourchue d'un levier $a''b''$, dont l'axe c'' est fixé à une couronne qui supporte déjà le levier $a'b'$. De l'extrémité b'' part une tringle qui la relie à l'extrémité b du premier levier ab. Un contrepoids p est disposé de manière à maintenir $a''b''$ horizontal. Dans cette position, le fer doux ON est retenu par le passage du courant, à une hauteur qui varie suivant l'intensité du courant et dont la variation est permise par le jeu de l'évidement en N (1). Si le cou-

(1) Grâce à ce jeu, lorsque le frein fonctionne par suite d'accélération de vitesse, au moment où b se lève, b'' se lève aussi, entraîné par la tige bb'', et a'' peut s'abaisser sans agir sensiblement sur le barreau ON, dont la résistance pourrait gêner le fonctionnement du levier ab.

rant s'interrompt, ou s'abaisse à une valeur très faible, le barreau ON retombe, soulève b'' et b et retire le doigt d. (On voit sur la figure 20 que la dérivation qui aboutit au solénoïde du frein électrique est prise avant l'interrupteur, de sorte que le barreau ON soit toujours maintenu soulevé même lorsque le funiculaire est au repos.)

Dans la photographie I, on voit très nettement la chaîne de Galle qui ouvre ou ferme l'interrupteur de sûreté, placé au sommet de la colonne, ainsi que le cylindre où descend le poids P et la poulie qui le surmonte, le volant V, les sabots de freins, etc.

3° *Le mécanicien oublie d'interrompre le courant quand les voitures arrivent à bout de course.*

Le mouvement se continuant, les voitures se briseraient contre les murs extrêmes, le câble pourrait se rompre, le mécanisme se fausser, etc. Pour empêcher cet accident, un grand levier MM′ est placé entre les rails un peu avant l'extrémité supérieure de la voie. La voiture continuant à monter rabattrait M dans le sens de la flèche. La série des tringles et des leviers qui vont de M′ en K jouerait pour abaisser la tige Ka' et le doigt d.

4° *Le mécanicien s'aperçoit d'un accident quelconque et veut arrêter les voitures instantanément.* Il n'a qu'à rabattre vivement le levier L ; le poids P est déclenché par l'intermédiaire de la tige Ka'.

Frein rhéostat. — Examinons encore l'hypothèse suivante :

La voiture qui descend est beaucoup plus chargée que celle qui monte.

La vitesse de marche s'accélérerait, et le frein fonctionnerait par force centrifuge ; mais il y a ici autre chose à considérer.

La voiture du haut doit, pour entraîner à elle seule tout le système, vaincre les résistances produites par le poids

de la voiture inférieure, par *le poids de tout le câble,* par les frottements et l'inertie du mécanisme. Si chargée qu'elle soit, elle n'est jamais assez lourde pour faire démarrer le funiculaire : il faut toujours donner du courant au départ.

Mais il vient un moment où le poids de la voiture suffit à entretenir et même à accélérer le mouvement : après le croisement, par exemple, le câble agit en faveur de la descente, puisque le brin qui descend est devenu plus lourd que le brin qui monte et que cette différence de poids s'accentue à chaque instant. Il se produit alors des phénomènes de réversibilité, et le moteur engendrera des courants dont il faudra se débarrasser. Le moteur n'éprouvant plus, de la part du mécanisme, aucune résistance, l'intensité du courant qu'il prend diminue jusqu'à devenir nulle et, comme nous l'avons montré plus haut, le régulateur de la turbine ferme complètement les valves. Il va même arriver mieux : le travail résistant devenant négatif, c'est-à-dire étant remplacé par le travail moteur de la voiture très lourde, le moteur va être entraîné par celle-ci et prendra une vitesse supérieure à 675 tours (vitesse de rotation de son champ tournant); or, *à partir de cette vitesse,* il devient lui-même générateur de courants et produit de l'énergie électrique qui circulera dans la ligne, arrivera jusqu'à l'alternateur, lequel (ne donnant déjà plus d'électricité) va devenir un récepteur et fonctionner comme moteur, avec une vitesse croissante. La turbine le suivra dans son mouvement, se trouvant finalement mue à son tour par la voiture. Il y aura un emballement général de tout le mécanisme.

Cet emballement serait sans danger pour les voyageurs, car le frein à force centrifuge l'arrêterait rapidement. Mais il n'en serait pas moins très ennuyeux et susceptible de détériorer les appareils, car alors la descente se composerait d'une série d'arrêts et de départs peu faits pour inspirer la confiance. Il faut donc empêcher

la vitesse des voitures d'atteindre $1^m,30$, limite qui fait fonctionner le frein centrifuge.

On pourrait y arriver en la modérant avec le frein à main ; mais ce ne serait pas très prudent, car les sabots pourraient s'échauffer à la longue ; de plus, le mécanicien ne serait nullement renseigné sur la force avec laquelle il devrait serrer son frein, force constamment croissante. On a préféré employer le procédé suivant :

Au lieu d'absorber par le frottement des freins l'énergie produite par la descente spontanée, on la laissera se transformer en énergie électrique dans le moteur, puis on l'emploiera à échauffer un corps quelconque dans un rhéostat. Le moyen le plus simple est de diriger le courant produit dans de l'eau. A cet effet, une dérivation est établie auprès de chacune des usines hydrauliques. Cette dérivation est coupée, et les extrémités, formées de barres de fer, sont placées au-dessus du bassin de la chute d'eau. Lorsque la voiture supérieure renferme au moins 35 personnes de plus que l'inférieure, on prévient l'usine, par téléphone, de disposer son rhéostat liquide, ce qui se fait en enfonçant de 5 à 6 cm ces barres de fer dans l'eau.

Il est assez difficile de régler leur enfoncement et leur distance de façon que l'échauffement de l'eau absorbe complètement l'excès de travail produit. De plus, cet enfoncement, fait avant la mise en marche, est définitif ; on n'y peut plus toucher, il n'est pas variable. Aussi, malgré ses avantages de simplicité, ce procédé est-il un peu irrégulier. En général, l'énergie fournie par la voiture qui descend est inférieure à celle qu'absorbe l'échauffement de l'eau par suite de l'enfoncement donné, enfoncement que, par mesure de précaution, on exagère toujours un peu. L'alternateur de l'usine sera alors obligé de fournir l'excédent d'énergie nécessaire. C'est du travail gaspillé ; or, si l'on manque d'eau, il ne faut pas vider les réservoirs en pure perte. Il serait préférable de

placer cette dérivation près du moteur, de la faire aboutir à un rhéostat que le mécanicien réglerait de façon que l'intensité restât nulle dans la ligne pendant toute la descente.

Freins de la voiture. — Les freins de la voiture n'agissent évidemment pas sur les roues. La pente est trop forte pour qu'un tel frottement suffise à empêcher la descente. Jusqu'à ces derniers temps on se croyait obligé de munir la voie d'un rail central à crémaillère, dans lequel engrenait une roue sur laquelle agissait le frein. Le système était bon, mais extrêmement coûteux. Au Grand Jer le rail central a été supprimé, et le frein à crémaillère avantageusement remplacé par le frein à pinces.

Le frein à pinces embrasse le rail et le serre avec une énergie croissante. Agissant d'abord par son frottement pour absorber de l'énergie et ralentir la voiture, il finit par adhérer complètement au rail et par produire l'arrêt absolu. L'effort considérable exercé par la voiture ainsi accrochée à la voie explique pourquoi cette dernière doit être maçonnée sur toute sa longueur, sous peine d'être arrachée à la longue.

Le frein à pinces se compose de deux pinces en acier moulé, extrêmement robustes, AB A'B' (fig. 26), qui sont portées par un arbre OO' placé sous la voiture, comme l'indique la figure 28, qui montre la disposition en plan. Ces pinces peuvent pivoter autour de deux axes *aa'*; leurs mâchoires inférieures *mm'* se trouvent tout près du rail (7 mm de distance) dont elles épousent exactement le profil, établi spécialement en vue de cet usage. Les branches supérieures des pinces sont en forme de chapes et portent, fixés par de forts tourillons, des écrous dans lesquels s'engagent deux filetages en sens inverse pratiqués sur l'arbre OO'.

Pour serrer le frein, il suffira donc de faire tourner

l'arbre OO′ dans un sens convenable, les deux écrous filetés s'écarteront et rapprocheront avec force les deux mâchoires *mm′*.

Les freins sont au nombre de trois, placés au-dessus et au-dessous de la roue extérieure la plus haute, et au-dessus de la roue la plus basse. (Voir sur la figure 7 les trois plaques de garde trapézoïdales qui protègent les pinces de ces freins et qui portent une extrémité des arbres OO′.)

Ces trois paires de pinces forment, somme toute, guide, car elles ne quittent jamais le rail. Le déraillement de la voiture est donc rendu impossible par leur seule présence. Elles ne sont placées que sur un seul rail, le rail extérieur, celui sur lequel roule la roue à boudins. Il est bien évident, en effet, que ces pinces ne sauraient franchir un croisement ni quitter jamais le rail.

Le premier de ces freins est mû par l'intermédiaire de pignons au moyen d'une manivelle placée à portée du conducteur. Celui-ci peut donc, avec sa propre force, modérer la descente au cas où cela deviendrait nécessaire pendant quelques instants, et surtout fixer les voitures à l'endroit où elles se trouvent si un arrêt vient à se produire, intentionnellement ou par accident.

Le second et le troisième de ces freins sont automatiques. Ils ne fonctionnent qu'au cas où le câble, par suite de rupture ou de détente, viendrait à ne plus soutenir la voiture. Ils constituent les vrais freins de sûreté. Chacun d'eux est organisé comme l'indique la figure 28, qui montre la disposition du frein situé au-dessous de la roue la plus haute.

Le câble est, ainsi que nous l'avons déjà dit, soudé à l'extrémité d'un levier coudé AB*c* (fig. 27), fixé lui-même par son axe B au plancher de la voiture. La tension du câble exerce donc une forte pression de haut en bas sur le point où repose l'extrémité *c* du levier. Ce point est l'extrémité d'un goujon *ab*, qui traverse une pièce D,

clavetée sur un arbre E (fig. 27 et 28). Un contrepoids P tend à faire tourner par sa chute la pièce D et l'arbre E; mais le doigt *ab,* retenu par la pression du levier ABC s'oppose à ce mouvement.

Deux causes peuvent donc provoquer la chute du contrepoids P et la rotation consécutive de l'arbre E :

1° La cessation de pression sur *a,* par suite de rupture ou de détente du câble : fonctionnement automatique;

2° L'extraction brusque du doigt *ab,* par suite du retrait de la tringle *be.* Le conducteur peut produire ce retrait par un simple coup de pied sur une pédale : fonctionnement toujours instantané, mais volontaire.

Il reste à montrer comment la rotation de l'arbre E suffit à faire fermer les pinces du frein. L'arbre EE′ porte un manchon fixe K, muni de deux rainures héliçoïdales (la figure 28 n'en représente qu'une) dans lesquelles passent les deux branches d'un guide HFI pouvant pivoter autour d'un axe F. La rotation de l'arbre E a donc pour résultat de rejeter à droite l'extrémité H et, par suite, à gauche l'extrémité I. Celle-ci entraîne, par l'intermédiaire d'un collier J, un manchon d'embrayage M qui tourne avec l'essieu des roues GG′ et peut glisser le long de cet essieu dans une rainure. En face de lui, et à peu de distance, se trouve l'autre manchon M, fou sur l'essieu, mais qui devient solidaire de l'essieu dès que l'embrayge est produit, et tourne alors avec lui. Une chaîne de Galle Q communique son mouvement à un tambour N, relié à l'arbre OO′ par l'intermédiaire d'un ressort spiral R, qui a pour but d'adoucir les réactions et d'éviter un serrage instantané pouvant occasionner des ruptures (1). L'arbre OO′, en tournant, fait serrer le frein. (Cet arbre n'est jamais entraîné que dans un sens, celui qui correspond à la *descente* de la voiture.)

---

(1) Les figures 26, 27 et 28 ne sont que des croquis. Tous les organes accessoires ont été supprimés, notamment ceux qui servent à fixer le système à la voiture, et ceux qui permettent de ramener le frein à sa position normale après qu'il a fonctionné.

La paire de pinces placée au-dessus de la roue extérieure la plus basse est commandée par un système identique et mue par le second essieu de la voiture. On peut donc compter sur deux serrages, indépendants l'un de l'autre.

Les expériences auxquelles ont été soumis ces freins — car ils n'ont jamais fonctionné que par suite d'expériences et on peut espérer qu'ils ne fonctionneront jamais autrement — ont prouvé que la voiture, abandonnée sans câble, avec son maximum de charge (8 700 kg), sur la pente maxima de la voie (58 p. 100), s'arrêtait en une seconde, une seconde et demie au plus, après avoir parcouru $1^{m},50$ en moyenne. Les 70 premiers centimètres sont franchis pendant que le mécanisme du frein (déclanchement, embrayage) fonctionne, et le reste est parcouru les pinces serrées. Le frein arrête donc la voiture en 80 centimètres en moyenne. Une partie de ce trajet est faite les pinces étant serrées à bloc; les roues tournent donc encore un peu (1/4 à 3/4 de tour) entraînant les manchons N et bandant le ressort spiral, car l'arbre OO′ ne peut plus tourner lui-même, sous peine de faire sauter les écrous à tourillons des pinces.

Par mesure de précaution, les essais de freins automatiques sont renouvelés une fois par mois.

SIGNAUX

Pour assurer le fonctionnement d'un tel organisme, il faut mettre en relation les divers agents, notamment ceux des usines avec ceux du funiculaire et les conducteurs de voitures avec le mécanicien.

Téléphone. — Tous les locaux renfermant des agents possèdent un poste téléphonique les reliant à la gare du bas.

Trois lignes téléphoniques aboutissent donc au tableau

de cette gare, venant de la gare du haut, des usines de Vizens et de Lugagnan.

Ces téléphones sont très sujets a être troublés par l'induction qu'exercent sur leurs fils les courants alternatifs du transport de force. On y remédie, en grande partie, par le croisement des fils du téléphone avec les fils des deux phases, de telle sorte que les actions de ces deux phases se contrarient sur la ligne téléphonique.

Signaux des voitures. — Tout le long de la ligne court un fil par lequel l'un ou l'autre des conducteurs de voiture peut mettre en mouvement une sonnerie placée à la gare supérieure et transmettre ainsi les signaux de départ, d'arrêt en cas de besoin, et de remise en marche.

Cette sonnerie fonctionne par une simple mise à la terre du fil, obtenue en le touchant, de la voiture, avec une baguette métallique reliée par un conducteur souple aux roues du véhicule. La disposition des piles, des sonneries, des commutateurs est donnée par la figure 29, où la position représentée est celle de la sonnerie d'arrêt en route. L'abaissement des commutateurs A ou A′ produit la mise à la terre du fil, et par suite fait agir la sonnerie à la gare du haut ou à la gare du bas. Un échange de signaux précède chaque mise en marche.

VIII. — PROCÉDÉS DE CONSTRUCTION

Sans entrer dans le moindre détail sur la manière dont a été construit le funiculaire, il est intéressant d'indiquer en quelques mots comment ont été levées les principales difficultés de cette opération longue et délicate.

Voie et ouvrages d'art. — La construction de la voie du funiculaire a été particulièrement difficile par suite de la pente très considérable qu'elle présente et du manque de chemins pour amener les matériaux nécessaires. Pierres,

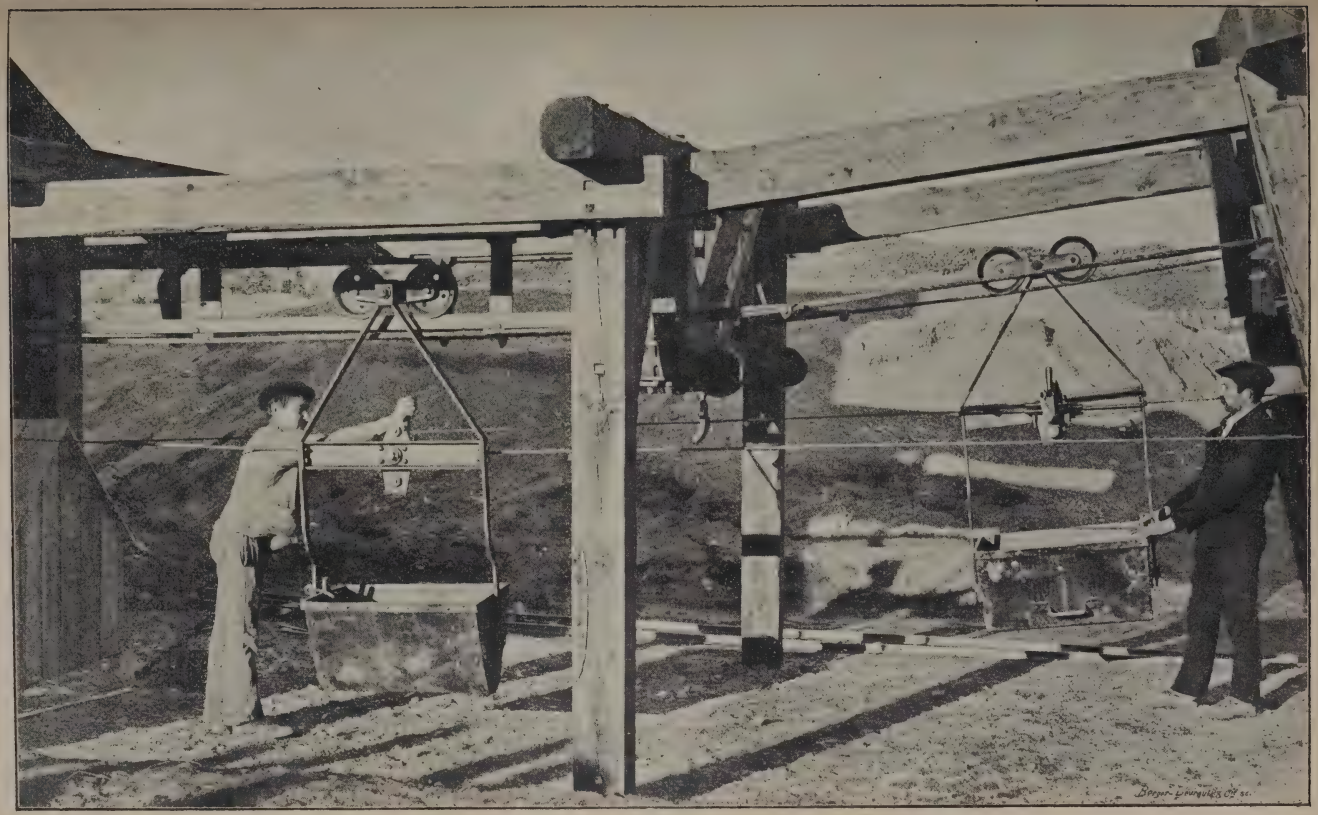


Fig. N. — Le porteur aérien (station du bas).

chaux, mortier, eau, etc., ont dû être élevés au moyen d'un câble transporteur aérien (fig. N) qu'il a fallu établir à grands frais, et faire actionner par l'électricité pendant quinze mois. Voici quelle était, en principe, son organisation :

Deux gros câbles fixes, l'un de 24 mm de diamètre, l'autre de 20 mm, couraient parallèlement, du pied de la montagne à son sommet, supportés par huit pylones en charpente, de 7 à 10 m de hauteur. Ils servaient de chemin de roulement à des plates-formes ou des bennes, d'une capacité de 250 litres, qui y étaient suspendues par des poulies. (On voit très bien les câbles sur la figure C.)

Un troisième câble, sans fin, de 2 400 m de longueur, de 15 mm de diamètre, passait au-dessous de ceux-ci, s'enroulant sur deux grandes poulies horizontales placées aux deux extrémités des précédents et se reposant à chaque pylône sur des poulies verticales ; il était animé d'un mouvement constant par une dynamo placée près de l'emplacement de la gare du bas. Pour mettre une benne en mouvement, il suffisait de la fixer au câble mobile par une griffe à pression. Un petit mécanisme, facile à concevoir, soulevait le câble au moment où la griffe arrivait à une poulie verticale, pour que la benne pût passer sans difficulté. Les bennes, pleines de matériaux, montaient en roulant sur le câble de 24 mm, et redescendaient, vides, sur celui de 20 mm.

Une fois l'infrastructure prête, les rails y ont été fixés. Ils ont tous dû être montés à *bras d'hommes* jusqu'à leurs places respectives (fig. O).

Mécanisme. — De plus grosses difficultés encore se sont présentées également dans l'installation des appareils mécaniques.

Avant tout, la canalisation électrique a été établie, de façon à pouvoir actionner un moteur à courant continu, de la puissance de 30 chevaux, transporté au sommet à

Fig. O. — Pose d'un rail à bras.

dos d'hommes, mais démonté. On avait ainsi, disponible au sommet, une force importante que l'on utilisa pour y faire parvenir les lourdes pièces du mécanisme, dont la principale était la grande *poulie à double gorge* de 5000 kg. Pour organiser ce treuil, on monta, par tous les moyens de halage que l'on put imaginer, un certain nombre d'engrenages, dont une roue dentée du poids de 800 kg : le tambour du treuil fut fabriqué sur place, en coulant un cylindre de ciment armé entre deux roues (les mêmes qui servirent plus tard à former les freins fixes) maintenues à distance convenable par un arbre de circonstance. Un câble de 1 500 m de longueur, mais plus léger que celui des voitures, fut traîné à bras d'homme jusqu'à ce treuil sur lequel on fixa son extrémité. A l'autre extrémité fut attaché un chariot du poids de 4 000 kg, sur lequel s'effectuèrent dorénavant tous les transports. La grande poulie, en particulier, démontée en deux moitiés de 2 500 kg, put être montée en deux voyages. Le moteur, du poids de 3 000 kg, la suivit, en un seul voyage. Le câble, placé sur un touret à la gare du bas, fut ensuite dévidé par une nouvelle montée de ce même chariot auquel on l'avait fixé, placé sur ses galets et passé sur la grande poulie. Enfin on fixa successivement les voitures au câble, et le funiculaire put fonctionner, achevant de monter lui-même les derniers matériaux nécessaires à son organisation définitive.

G. Nony,
Capitaine d'artillerie,
Adjoint aux Forges du Nord.

L'ARTILLERIE

A

L'EXPOSITION DE DÜSSELDORF

[*Suite* (1).]

EXPOSITION KRUPP

(*Suite.*)

DIVERS

Collection de douilles et cartouches.

Les douilles étaient généralement en laiton, mais on en trouvait aussi en d'autres métaux, notamment en acier-nickel et en alliage d'*aluminium*.

La maison Krupp emploie généralement les cartouches complètes pour les canons jusqu'au calibre de 15^{cm}, les munitions séparées pour les calibres supérieurs ainsi que pour les obusiers et mortiers de tous calibres.

Quelques-unes des douilles étaient présentées chargées, avec de la poudre en tubes (occupant toute la longueur de la douille) ou de la poudre annulaire (même poudre en anneaux plats). On voyait également des échantillons de poudre de formes variées, dont quelques-uns assez curieux :

Tissu de poudre (*Pulvergewebe*), formé de fils de poudre tissés pour remplacer les sachets de gargousses, et supprimer les résidus incandescents dans l'âme. Ce tissu blanc et brillant, qui a tout à fait l'apparence de la

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1903, p. 241.

toile de soie, est cousu avec un fil de poudre combustible lui-même (1);

Peau de poudre (*Pulverhaut*) formée de poudre laminée très mince de couleur brune : elle est destinée au même usage que le tissu dont nous venons de parler;

Poudre en forme de rondelles Belleville (*Federplattenpulver*); elle permet de faire toujours occuper à la charge toute la hauteur de la cartouche, quel que soit le nombre des éléments, et cela grâce à l'élasticité de ces éléments;

Poudre en cordon (*Schnurpulver*) qui a l'apparence d'une cordelière de soie;

Poudre en fils (*Nähgarnpulver*), etc.

Collection de projectiles et fusées.

Cette collection ne comprenait pas moins de 73 projectiles de tous calibres et de 28 types de fusées différents. Nous y signalerons spécialement des obus de rupture à *coiffe*, des obus brisants coupés montrant la charge intérieure et des fusées en *aluminium*, dont certaines, à trois anneaux fusants superposés, sont graduées jusqu'à 45 secondes.

Collection de mécanismes de culasse.

On rencontrait les systèmes les plus variés, notamment une fermeture à vis excentrique Nordenfelt (fig. T),

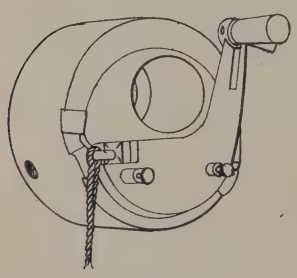


Fig. T.

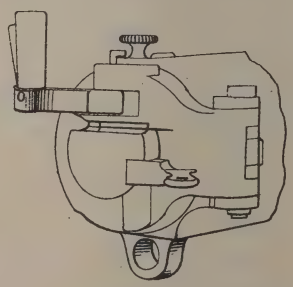


Fig. U.

(1) Ce produit fait l'objet d'un brevet anglais n° 6103 du 3 décembre 1902.

des fermetures à vis pour pièces de moyen et de gros calibre (fig. U et V).

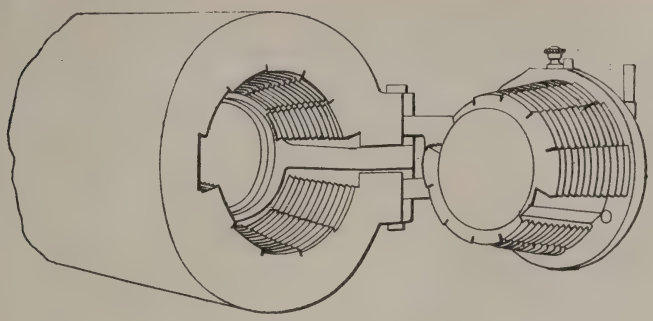


Fig. V.

Ces dernières sont du type à gradins (genre Welin) dont nous avons déjà signalé plusieurs fois les avantages (1).

Blindages et cuirassements.

On trouvait dans cette section une série de plaques de blindage et de coupoles en métal compound, en acier-nickel, en acier-nickel trempé à l'huile, en acier-nickel à surface durcie.

La pièce la plus remarquable de cette collection était une plaque pesant 106 tonnes, qui mesurait $13^{m},15$ de longueur, $3^{m},40$ de largeur et $0^{m},30$ d'épaisseur (fig. W). Cette plaque, en raison de ses dimensions, ne peut être utilisée au cuirassement d'un navire; elle n'était exposée que comme spécimen des produits métallurgiques d'Essen.

Enfin, le même pavillon contenait des produits des usines Gruson, de Magdebourg, dépendance de la maison Krupp :

Au rez-de-chaussée figurait une tourelle coupée (tou-

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. **47**, p. 204, et t. **57**, p. 374.

relle cuirassée en fonte durcie pour deux canons de côte de 28cm).

Au premier étage on trouvait une série de *modèles réduits* de batteries de côte (fig. X). Ces modèles représentaient les cuirassements construits par les ateliers Gruson pour les pièces de côte Krupp étudiées précé-

Fig. W. — Plaque de blindage de 106 tonnes.

demment (1). On y remarquait aussi un *Observatoire pare-éclats pour télémètre horizontal* et un *Observatoire pare-éclats pour projecteur éclipsable*.

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, janvier 1903, p. 245.

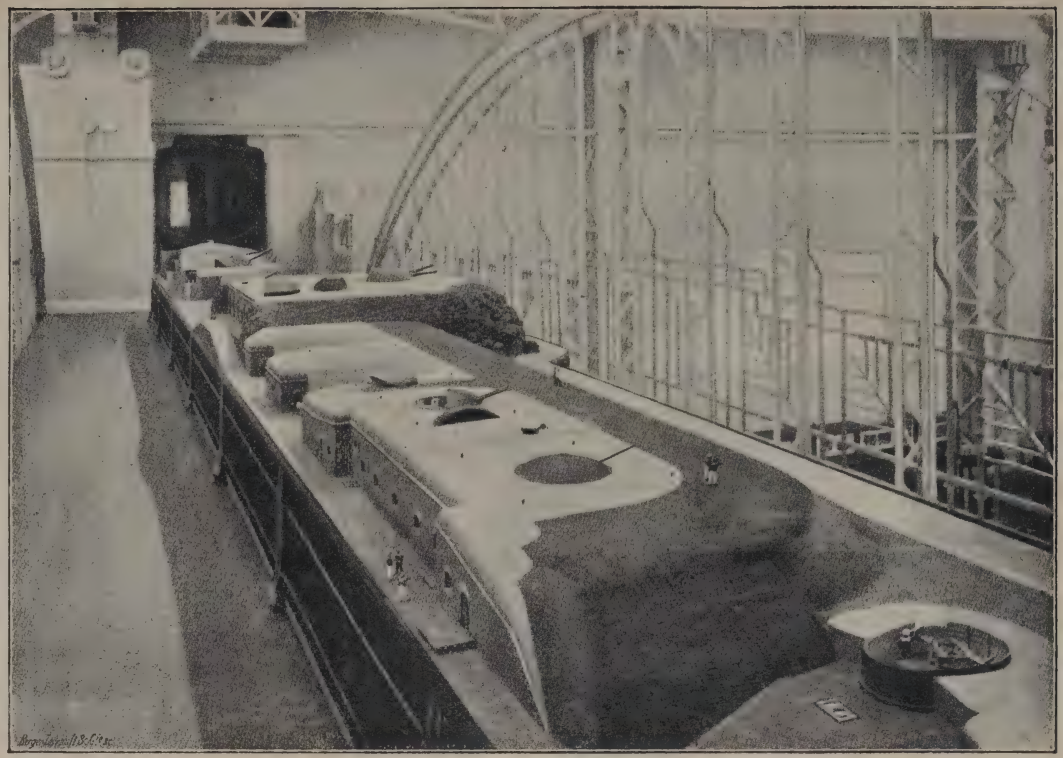


Fig. X. — Modèles réduits de batteries de côte.

Pièce de campagne d'expérience à tir rapide (fig. Y).

A partir du mois d'août 1902 on a pu voir dans le pavillon Krupp une pièce de campagne de 75^{mm} à recul sur l'affût qui a subi une série d'essais devant une commission étrangère; un tableau affiché à côté de cette pièce donnait sur ces épreuves les renseignements suivants :

« La pièce a effectué sur route pavée une épreuve de roulement de 200 km, dont un tiers au trot;

« Elle a tiré 955 coups dans des conditions diverses et des terrains variés; 40 coups ont été tirés avec des ressorts récupérateurs brisés, d'autres après qu'on eut réduit à un tiers de son volume normal le liquide du cylindre de frein;

« Enfin elle a été exposée au tir d'un canon de campagne de 75^{mm} (18 shrapnels à 2 000 m) et au tir du fusil d'infanterie de 7^{mm},5 (166 coups à 350 et 450 m). Le personnel de la pièce, figuré par des cibles, aurait été mis trois fois hors de combat.

« Après ces épreuves et malgré les avaries subies, la pièce a pu recommencer à tirer et même exécuter des séries de feux rapides efficaces. »

Boucliers d'expérience (fig. Z).

La maison Krupp exposait une série de trois boucliers pour pièces de campagne. Ces boucliers en *acier chromé* de 3 mm d'épaisseur avaient subi le tir à shrapnels d'une pièce de 75^{mm}. Une photographie et une légende explicative fournissaient des renseignements sur l'exécution de ces expériences (1).

(1) Ces boucliers, de même que la pièce d'expérience, n'ont été introduits à l'exposition qu'au mois d'août, à l'occasion de la visite de l'empereur d'Allemagne.

Les tirs d'expérience avaient été exécutés le 17 juin au polygone de Meppen.

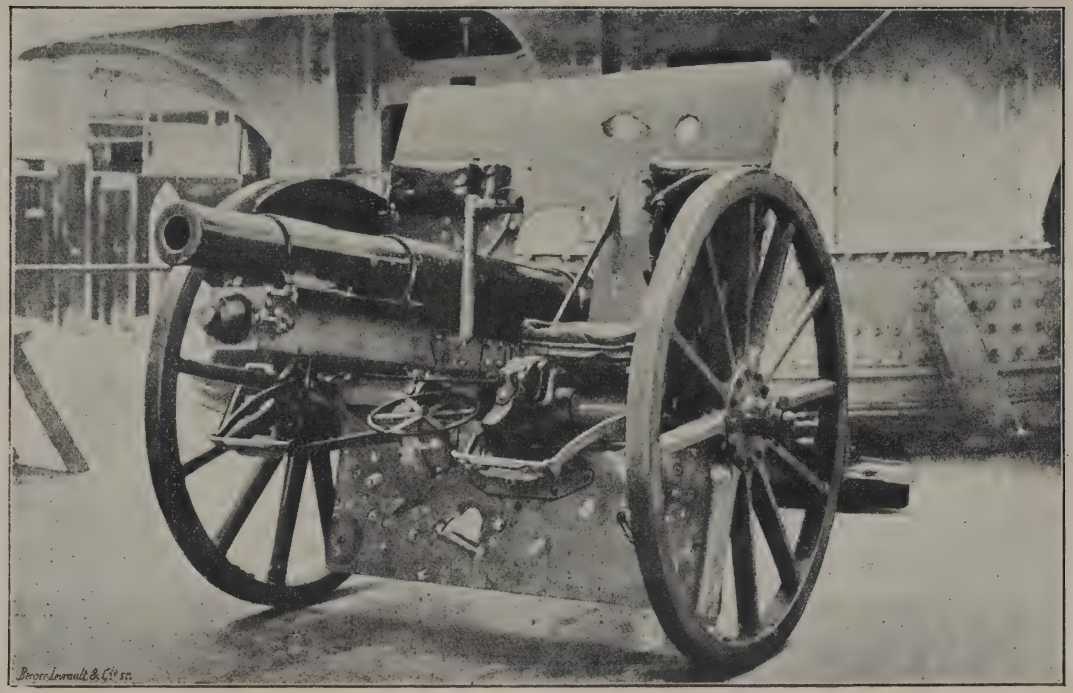


Fig. Y. — Pièce d'expérience de 75mm de campagne.

Fig. 2. — Boucliers ayant subi des essais de tir.

On avait formé une batterie de 4 pièces munies de boucliers, en disposant à côté de chacune d'elles un arrière-train de caisson blindé; des panneaux figuraient le personnel des trois premières pièces. Le tout était destiné à représenter une batterie de campagne française en action.

Sur cet objectif on tira à 3 500 m, à la vitesse initiale de 500 m, 20 shrapnels de 75^{mm}, du poids de 6 kg, contenant des balles en acier de 10 gr, avec un intervalle d'éclatement variant de 30 à 130 m (65 m en moyenne). On tira ensuite 11 autres shrapnels contre l'affût n° 4 qui était dépourvu de servants. Enfin une série de shrapnels chargés de balles de plomb fut tirée contre la batterie à une distance de 2 000 m.

Les résultats ont été les suivants :

Aucune des balles en plomb n'a pénétré : leurs empreintes sont insignifiantes et montrent seulement l'écrasement de la balle sans dépression sensible de la surface du bouclier.

Un grand nombre de balles en acier, au contraire, ont traversé nettement la plaque protectrice. La proportion est de 79 p. 100 pour le premier tir sur les affûts, de 55 p. 100 pour le second tir exécuté contre l'affût n° 4 et enfin de 17 p. 100 pour les caissons dont le blindage était soutenu par un matelas en bois.

Les silhouettes représentant les servants (la moitié debout et la moitié assis pour les pièces, tous à genoux pour les caissons) ont été atteintes dans la proportion de 75 à 81 p. 100.

Ces expériences montrent, une fois de plus, la supériorité des balles d'acier sur les balles de plomb de même forme pour l'attaque des boucliers (1). En faut-il tirer

(1) C'est ainsi qu'on avait déjà constaté en 1886 que la balle Pralon de 8^{mm} en acier traversait à courte distance 35 mm d'acier doux et 22 mm d'acier dur, alors que la balle de 8^{mm} en plomb chemisée était arrêtée par des épaisseurs notablement plus faibles.

d'autres conclusions et ces expériences montreraient-elles l'inutilité des boucliers en campagne ?

Nous croyons qu'elles prouvent simplement l'insuffisance des boucliers de 3 mm d'épaisseur, ce qui n'étonnera personne (1).

Les conséquences, du reste, ne se sont pas fait attendre et, depuis les essais de Meppen, d'autres tirs ont été faits avec des tôles chromées plus épaisses. C'est du reste ce que prévoyait déjà en août 1902 l'auteur d'un article sur l'Exposition de Düsseldorf, article publié par la *Kriegstechnische Zeitschrift* et il ajoutait : « Le shrapnel ferait alors sans doute un nouveau progrès auquel répondrait peut-être un autre perfectionnement du bouclier. »

C'est la vieille lutte du canon et de la cuirasse s'étendant aujourd'hui à l'artillerie de campagne, et il est probable que nous allons assister à un nouveau *duel du shrapnel et du bouclier*. Ce sera l'un des résultats de cette intéressante exposition de Düsseldorf et ce ne sera pas le moins important.

J. Pesseaud,
Capitaine d'artillerie.

(A suivre.)

---

(1) D'autre part, ainsi que l'a très bien fait ressortir le général Rohne, il faut tenir compte des *distances d'éclatement.*

Ces distances ont varié de 30 m à 130 m (65 m en moyenne). Il n'est pas invraisemblable que la plupart des atteintes pénétrantes aient été produites par un ou deux coups heureux ayant éclaté près de la limite inférieure de 30 m. En admettant même qu'elles aient été obtenues à la distance moyenne de 65 m environ, il en résulterait que, contre une artillerie cuirassée, les seules salves éclatant dans les environs de cette distance seraient efficaces, alors que l'on regarde actuellement comme bonnes les salves éclatant à des distances notablement supérieures. On voit que, même dans ce cas, les boucliers serviraient à quelque chose.

Enfin, si l'emploi de boucliers par un parti amène l'adversaire à mettre dans ses shrapnels des balles en acier au lieu de balles en plomb, il faudra, pour conserver un poids raisonnable aux balles des shrapnels, réduire le nombre de celles-ci d'une façon fâcheuse.

L'emploi des boucliers aurait encore pour effet dans ce cas de diminuer notablement l'efficacité du tir *dans toutes les circonstances.*

RENSEIGNEMENTS DIVERS

États-Unis : Adoption d'un canon de campagne. — Le concours de canons de campagne ouvert à Sandy-Hook en octobre 1901 par le gouvernement des États-Unis [1] vient de finir : le choix de la commission s'est porté sur le canon présenté par le Département de l'Ordnance et dû pour la plus grande partie aux études du capitaine Wheeler, de ce corps. Toutefois, on empruntera certaines parties du mécanisme de culasse au canon Ehrhardt.

La nouvelle pièce est du calibre de 3 pouces (76^{mm}); elle lance avec une vitesse initiale de 1 700 pieds (518 m) un projectile de 15 livres ($6^{kg},750$); elle est montée sur un affût à long recul avec frein hydraulique et récupérateur à ressort. Nous en donnerons ultérieurement une description plus complète.

Cinquante pièces de ce modèle sont en ce moment en construction dans les usines de l'État américain, cinquante autres seront prochainement commandées à l'industrie privée.

(D'après *Army and Navy Journal*, n°s 2043, 2044, 2047 et 2053.)

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. **57**, p. 79 et 358, et t. **60**, p. 213.

Turquie : Commandes de canons et de fusils en Allemagne. — On savait depuis assez longtemps que la Turquie avait l'intention de doter son armée de canons à tir rapide, mais les difficultés financières avaient empêché jusqu'ici la réalisation de ce projet.

Un iradé du sultan vient d'ordonner une première acquisition de 16 batteries à tir rapide Krupp (96 canons à recul sur l'affût avec les caissons et les munitions) qui seront vraisemblablement distribuées aux IIe et IIIe *ordou* (corps d'armée d'Andrinople et de Salonique).

On signale aussi une commande de 220 000 fusils Mauser du calibre de $7^{mm},65$ au prix de 69 fr l'un. Actuellement les troupes turques sont armées de fusils de trois systèmes différents : Mauser à lame-chargeur de $7^{mm},65$ pour les trois premiers corps (Constantinople, Andrinople et Salonique), le Mauser à magasin de $9^{mm},5$ pour le 4e ordou (Erzinghian) et le Martini-Henry pour les autres troupes (Damas, Bagdad, Sana, Tripoliaine et Hedjaz).

(D'après *Rivista di artiglieria e genio,* décembre 1902; *Armeeblatt,* n° 51 de 1902; *Jahrbücher für die deutsche Armee und Marine,* n° 375; *Novosti* du 1/14 janvier 1903; *Rouskiï Invalid,* n° 281 de 1902; *Times* du 27 novembre 1902; *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens*, n° 1 de 1903.)

NÉCROLOGIE

M. LE GÉNÉRAL DE DIVISION LADVOCAT

Le général de division Ladvocat, du cadre de réserve, grand officier de la Légion d'honneur, est décédé à Paris le 1er février 1903. A ses obsèques, qui ont eu lieu le 6 février au cimetière Montmartre, le général de division Balaman, président du Comité technique de l'artillerie, lui a adressé en ces termes un dernier adieu :

L'honnête homme, le grand cœur, le vaillant soldat que nous venons de conduire à sa dernière demeure était né au Havre le 18 août 1830. Entré à l'École polytechnique en 1850, Ladvocat en sortit dans l'arme de l'artillerie, et, après les deux années habituelles de l'École de Metz, il entra, le 16 octobre 1854, au 11e régiment, en qualité de lieutenant en second.

Le jeune officier n'allait pas tarder à recevoir le baptême sanglant de la guerre. Désigné d'abord pour une batterie dont le tour de marche était éloigné, il obtint d'être déclassé et fut bientôt après, le 9 juin 1855, mis à la disposition du général commandant l'artillerie de l'armée d'Orient. Il se distingua en Crimée, où il fut blessé par un éclat d'obus le 27 octobre; cette blessure et sa brillante conduite en toute occasion lui valurent la croix de la Légion d'honneur, qui lui fut conférée par décret du 16 avril 1856. Il avait alors 26 ans.

Capitaine en 2e le 14 mars 1859, il remplit d'abord les fonctions d'adjudant-major, mais ne put les conserver

par suite des ménagements que nécessitait sa santé, ébranlée par les fièvres de Crimée et restée longtemps chancelante. Il fut successivement employé dans une direction d'artillerie, à l'École de pyrotechnie, à la Commission d'expériences du camp de Châlons. Mais toutes ses aspirations étaient pour le service des troupes qu'il n'avait quitté qu'à regret. Aussi, fut-ce pour lui une joie bien vive lorsqu'il reçut, le 20 juin 1867, le commandement d'une batterie dans le régiment même où il avait débuté.

Il semblait d'ailleurs créé pour commander aux hommes. Sa haute stature, sa belle prestance, son visage calme et résolu imposaient tout d'abord le respect. Son ferme bon sens, son activité, le soin scrupuleux qu'il apportait à l'accomplissement de tous ses devoirs inspiraient ensuite la confiance ; enfin sa parfaite bienveillance, son inaltérable équité, lui gagnaient bientôt tous les cœurs. C'était un chef dans la plus haute acception du mot. La guerre contre l'Allemagne devait bientôt lui permettre d'en faire la preuve avec un incomparable éclat.

Le 27 août 1870, à la tête d'une batterie de mitrailleuses, le capitaine Ladvocat était attaché à la 2e division du 14e corps. Il conduisait cette batterie de la façon la plus brillante aux sorties partielles que tentait dans les premiers temps la garnison de Paris, organisée bien faiblement encore.

Proposé pour chef d'escadron après le combat de la Malmaison, il était promu le 22 octobre et recevait en même temps le commandement de l'artillerie de la division. C'est cette artillerie, composée de deux batteries de 4 et d'une batterie de mitrailleuses, qu'il commandait à la bataille de Champigny.

Le 30 novembre, le 2e corps de la 2e armée (ancien 14e) passe la Marne dès 7 heures du matin : la 2e division, qui en forme le centre, marche sur Villiers en suivant les

pentes qui, de la route nationale, descendent vers le ruisseau de la Lande. Les avant-postes ennemis sont refoulés et les batteries de Ladvocat viennent s'établir sur la ligne des tirailleurs, de part et d'autre de la voie du chemin de fer, pour répondre à un feu très vif d'artillerie que l'ennemi dirigeait du parc de Cœuilly sur les troupes de la division. Mais les canons de 4 n'auraient pu longtemps lutter contre les batteries de position de l'ennemi si deux batteries de 12 et une batterie de 8, prises dans la réserve, n'étaient venues les soutenir. La lutte d'artillerie devint alors des plus vives et les cinq batteries françaises, réunies sous les ordres du commandant Ladvocat, parvinrent enfin à dominer le feu de l'ennemi, qui se ralentit peu à peu. Pendant ce temps, les mitrailleuses battaient les abords de Villiers et empêchaient l'ennemi d'en déboucher.

Vers trois heures, une vigoureuse contre-attaque des Wurtembergeois et des Saxons refoule la 3e division qui, après s'être emparée de Bry-sur-Marne, s'était portée sur le mamelon qui domine ce village. La 2e division se trouve ainsi sur le point d'être tournée ; déjà les projectiles ennemis viennent s'abattre sur son flanc gauche : la situation est des plus critiques. C'est alors que le commandant Ladvocat, avec ce coup d'œil sûr qui n'appartient qu'aux hommes réellement nés pour la guerre, comprend qu'il faut à tout prix reprendre le mamelon. De sa propre initiative, sans attendre des ordres qui peut-être viendraient trop tard, il fait amener les avant-trains en avant, ordonne une grande conversion à gauche et gravit à toute vitesse les pentes qui le séparent de l'ennemi. Il entraîne à sa suite les batteries qu'il rencontre sur son chemin, franchit la route de Villiers et s'établit audacieusement sur le plateau, à courte distance de l'infanterie ennemie, qu'il écrase de ses feux. Celle-ci s'arrête, et bientôt toute notre infanterie, appuyée par la division Bellemare qu'amène le général en chef, se porte en avant, et, soutenue par le feu violent de l'artillerie, chasse l'en-

nemi du plateau. Malheureusement, tous ses efforts viennent se briser contre le mur crénelé du parc de Villiers, bordé d'un fossé profond. Elle doit reprendre ses positions, qui ne lui sont plus disputées.

Durant les nuits des 30 novembre et 1er décembre et la journée qui les sépare, les troupes adverses restent en présence. Nuits terribles que ne sauraient jamais oublier ceux qui durent les passer au bivouac! Le froid était devenu si intense, que les outils ne pouvaient plus entamer le sol, et les tranchées qu'on essaya d'établir ne purent être qu'ébauchées.

Le 2 décembre, dès 6 heures du matin, la 2e division est assaillie par un feu violent de mousqueterie et d'artillerie. Nos batteries ripostent bravement; mais bientôt l'ennemi, qui a reçu des renforts, déploie une masse d'artillerie sur le plateau qui s'étend entre Champigny et Cœuilly. Les batteries de Ladvocat sont bientôt bouleversées; chacun sent qu'elles sont vouées à une destruction prochaine; malgré tout, sous l'action énergique de leur incomparable chef, elles se maintiennent sous ce feu terrible: aucun canonnier ne bronche et chacun continue à remplir ses fonctions comme à la manœuvre. C'est alors que le général Berthaut, ne voulant pas sacrifier inutilement de si braves gens, donne l'ordre au commandant Ladvocat de reporter ses batteries en arrière; elles avaient perdu cinq officiers et presque moitié de leurs hommes et de leurs chevaux.

On avait cependant laissé en ligne deux mitrailleuses qui avaient pu se placer derrière un petit épaulement. Le commandant Ladvocat resta de sa personne auprès de ces deux pièces, ne cessa pas de diriger leur feu et put arrêter ainsi une colonne d'infanterie qui, sortie de Cœuilly, cherchait à longer le chemin de fer pour aborder la position.

Ces héroïques souvenirs ne réveillent-ils pas dans vos âmes comme un frisson de nos vieilles épopées? « Quand

les Francs partent pour la guerre », disent les *Chansons de geste,* « Roland toujours est le premier ; quand ils repassent la frontière c'est lui qui marche le dernier. » Comme le paladin antique, Ladvocat, qui avait été le premier à l'attaque, était aussi le dernier dans la retraite.

Ce fut dans l'armée de Paris un long cri d'admiration, et, le 8 décembre, 46 jours après sa nomination au grade de chef d'escadron, Ladvocat était promu lieutenant-colonel. Jamais récompense ne fut plus méritée. Elle devait pourtant être contestée plus tard. Les formes édictées par un antique règlement, d'ailleurs très sage, mais qui n'avait pu tout prévoir, n'avaient pas été complètement observées. Ladvocat, énergiquement soutenu par les chefs qui l'avaient vu à l'œuvre, conserva son grade, mais l'origine en fut reportée au 16 septembre 1871.

Bien que, dans ce nouveau grade, il rendît les plus signalés services, soit dans les régiments, soit à la direction de Reims, où il eut à organiser l'armement de la place, on lui fit attendre les galons de colonel jusqu'au 30 juillet 1878. Il fut ensuite directeur à Douai, puis chef de corps incomparable, à la tête du 31e régiment, où vinrent le trouver, le 2 juin 1883, les étoiles de général de brigade.

Appelé par la confiance du Ministre, le 10 septembre 1883, à la direction de l'artillerie au Ministère de la Guerre, il y resta jusqu'au 9 janvier 1886 et passa ensuite au commandement de l'artillerie du 3e corps, qu'il quitta le 18 décembre 1887, pour prendre le commandement de l'artillerie de la place et des forts de Paris. Il n'était encore que général de brigade, mais la troisième étoile ne devait pas se faire attendre ; il fut en effet promu général de division le 7 juillet 1888. Il fut enfin nommé, par décret du 19 février 1891, commandant de la place de Paris et commandant supérieur de la défense du camp retranché.

Dans les diverses fonctions que je viens d'énumérer, le général Ladvocat montra toujours les mêmes qualités de premier ordre : haute intelligence, jugement sûr, infatigable activité, conscience parfaite dans l'accomplissement de ses multiples devoirs. Si je n'insiste pas, c'est qu'il faudrait me répéter sans cesse. D'autres l'ont d'ailleurs apprécié avec une autorité à laquelle je ne saurais prétendre. « Cet officier général », disait un chef illustre et vénéré qui se connaissait en hommes, « est « aussi bon artilleur qu'excellent commandant de troupes. « M. le général Ladvocat est un homme de grande « valeur. Beaucoup de commandement, une grande « énergie morale, du coup d'œil sur le terrain, enfin les « qualités militaires qui le plus souvent assurent le « succès. Je regrette de ne pas le voir à la tête d'un corps « d'armée. » Le vœu exprimé ainsi sous forme de regret ne devait pas être exaucé.

Le général Ladvocat avait eu à subir, vers la fin de sa carrière, jusque-là si brillante et si heureuse, de bien douloureuses épreuves. La basse et odieuse calomnie, qui s'est tant de fois attaquée aux plus grands citoyens de notre pays, ne devait pas l'épargner. Il en fut d'abord comme étourdi, car sa nature franche et généreuse, incapable de soupçonner chez autrui de basses pensées, n'avait pu lui laisser prévoir de si venimeuses attaques. Il en a cruellement souffert et pour lui-même et pour les siens.

Mais il me répugnerait de remuer cette fange, dont le temps a fait justice. D'ailleurs, ni la conscience des nombreux amis du général, ni celle de ses chefs n'ont jamais pu être effleurées du plus léger doute au sujet de sa parfaite loyauté. Ces mêmes chefs, pourtant, pour des raisons sans doute très hautes, pour des intérêts supérieurs que je ne puis apprécier, lui ont imposé un bien pénible devoir. Il voulait demander protection et justice aux lois de son pays ; mais il a dû garder le silence, donnant

ainsi un mémorable exemple d'abnégation et de discipline.

Le général Ladvocat, s'il n'a pas été commandant de corps d'armée, a du moins porté la plume blanche, et il l'a portée à la tête de cette arme qu'il aimait et où s'était accomplie sa carrière. Il était en effet élevé, le 8 novembre 1893, aux fonctions de président du Comité de l'artillerie. Le Ministre lui adressait en même temps ses chaleureuses félicitations. Cette haute situation, qui, dans l'organisation d'alors, faisait vraiment de son titulaire le chef suprême de l'artillerie, lui a été conservée jusqu'au bout. Il y a montré sa supériorité habituelle jusqu'au moment où, encore en pleine possession de toute sa vigueur physique et morale, l'impitoyable limite d'âge est venue le mettre au cadre de réserve le 18 août 1895. Le général Ladvocat se retirait, revêtu de la dignité de Grand-Officier de la Légion d'honneur, qui lui avait été conférée le 5 juillet 1895. Il avait eu la croix d'officier le 18 juillet 1876 et celle de commandeur le 28 décembre 1885.

Rentré dans la vie civile, Ladvocat menait une existence paisible, au milieu d'amis qui lui avaient gardé une affection profonde. Il conserva d'ailleurs jusqu'à la fin le culte du souvenir. Par une pensée bien touchante, il avait choisi sa demeure non loin de la demeure dernière de celle qui fut la compagne dévouée de sa vie : il y faisait de nombreux pèlerinages, accompagnés de méditations profondes. Ses plus chères pensées étaient ensuite consacrées à ses deux filles, qu'il adorait. C'est auprès d'elles, au milieu de ses petits-enfants, qu'il goûtait ses plus douces joies. Toujours vaillant, toujours robuste, il semblait devoir vivre longtemps encore, lorsqu'il ressentit au commencement de janvier une première atteinte du mal qui devait l'emporter. Mais il se remit bientôt et l'on put croire qu'il n'y avait eu là qu'une fausse alerte.

Dimanche matin, 1er février, il s'était levé tout heureux d'aller passer quelques jours près d'une de ses filles bien-aimées. Il se disposait à se rendre à la gare lorsqu'il éprouva tout à coup un malaise qui l'obligea à s'étendre sur son lit. Quelques minutes après, il avait cessé de vivre.

La nouvelle de cette catastrophe, si soudaine, si imprévue, apporta une douloureuse émotion au Comité de l'artillerie, à la Section technique, au Ministère, enfin à l'artillerie tout entière. On peut dire que les regrets sont unanimes : ceux qui furent les inférieurs du général Ladvocat se souviendront toujours de sa bonté souriante, de son accueil toujours aimable et bienveillant, un grand nombre aussi des bienfaits dont il les avait comblés. Ceux qui furent ses camarades n'oublieront jamais l'ami sûr, le cœur généreux et dévoué, qui inspirait à tous haute estime et affectueuse sympathie. Puisse ce deuil universel apporter quelque consolation à la douleur d'une famille désolée !

Mon Général, au nom de l'Artillerie, au nom de l'Armée, au nom de la Patrie, je vous adresse nos suprêmes adieux. Vous avez bien rempli votre tâche sur cette terre où vous allez dormir votre dernier sommeil. Que la paix soit avec vous !

M. LE GÉNÉRAL DE BRIGADE PUTZ

Le général de brigade Putz, du cadre de réserve, est décédé à Fontainebleau le 18 janvier dernier à la suite d'une très courte maladie.

Né à Metz, le 19 janvier 1824, Putz (Jean-Baptiste-Henry) entre à l'Ecole polytechnique en 1844. Lieutenant au 2e régiment d'artillerie, il passe ensuite au 13e, puis au 5e en Algérie, et dès le printemps de 1854 il est envoyé à l'armée d'Orient. Il prend part à l'expédition de la Dobroutcha, puis aux batailles de l'Alma, de Balaclava et d'Inkermann. Promu capitaine le 10 janvier 1855, il reste devant Sébastopol jusqu'à la prise de la ville et reçoit la croix de chevalier de la Légion d'honneur le 14 septembre 1855.

Rentré en France en 1856 et attaché au service des forges, le capitaine Putz est adjoint en 1859 au colonel commandant l'artillerie de réserve du 3e corps de l'armée d'Italie, et assiste à la bataille de Solférino. Après la campagne, il commande une batterie au 9e régiment, puis devient aide de camp du général Bertrand à Strasbourg.

Chef d'escadron en 1867 au 15e régiment, il est chargé en 1870 de conduire au feu les batteries de la 1re division du 4e corps. Contusionné à la hanche par une balle de mitraille à la bataille de Borny, le commandant Putz n'en conserve pas moins la direction de ses batteries, à la tête desquelles il prend une part active au mouvement offensif exécuté le 16 août par la division de Cissey à notre aile droite; il a un cheval tué sous lui le 18 août et assiste encore aux combats des 31 août et 1er septembre. Sa brillante conduite pendant les batailles des

14, 16 et 18 août lui valut une citation à l'ordre du 4e corps de l'armée du Rhin, et la croix d'officier de la Légion d'honneur vint alors récompenser ses services.

Commandant en second de l'École polytechnique en 1872, puis attaché à l'état-major général de l'armée, il est promu lieutenant-colonel deux ans après et prend la direction de l'atelier de Vernon qu'il conserve en 1877 après sa nomination au grade supérieur.

De 1879 à 1881 le colonel Putz exerce le commandement du 32e régiment à Orléans; il ne quitte ce régiment que pour être placé à la tête de l'artillerie du corps expéditionnaire en Tunisie. Après avoir pris part à toute la première partie de l'expédition, il reçoit les étoiles de général de brigade et vient commander l'École d'application de l'artillerie et du génie à Fontainebleau.

Enfin en 1884 le général Putz est placé à la tête de l'artillerie du 1er corps d'armée et c'est dans cette position qu'il est atteint par la limite d'âge en 1886; il avait reçu en 1885 la croix de commandeur de la Légion d'honneur.

Le cours de cette carrière brillante, signalée par les plus beaux services de guerre, a permis au général Putz de s'affirmer à la fois comme tempérament militaire et comme homme de science. A ce double titre il a droit au respectueux hommage de tous les officiers d'artillerie.

En 1858, l'adoption des canons rayés se chargeant par la bouche posait aux artilleurs une foule de problèmes, accessibles seulement aux esprits les plus familiarisés avec l'analyse mathématique et la théorie nouvelle de la rotation des corps. Vivement intéressé par ces questions difficiles, le capitaine Putz en fit pendant longtemps son étude de prédilection. De 1860 à 1873 il y consacra cinq importants mémoires, qui exigèrent de leur auteur, a écrit Résal, une persévérance et une perspicacité considérables, avec une sagacité analytique très accentuée. Il

créa ainsi, pour les canons se chargeant par la bouche, une théorie complète de l'action des rayures sur le projectile. Deux canons de 12, rayés conformément à ces nouveaux principes, furent envoyés au camp de Châlons et la commission d'expériences déclara, après essais, que les rayures Putz avaient des avantages incontestables quant à la conservation de la pièce. Mais l'adoption du chargement par la culasse arrêta définitivement ces recherches.

En 1874 le lieutenant-colonel Putz apporta sa contribution à l'étude des effets du tir sur les affûts. Poisson avait enseigné, dans un mémoire devenu classique, comment devaient être calculées les percussions subies, dans le tir, par les différents points de contact de la pièce, de l'affût et de la plateforme. Mais jusqu'à quel point ces percussions donnaient-elles la mesure de la fatigue réelle produite par le tir sur le matériel ? Ne pouvait-on en trouver une mesure plus juste dans les forces vives perdues, corrélatives desdites percussions ? Adoptant cette manière de voir, le lieutenant-colonel Putz entreprit de compléter la théorie de Poisson en évaluant ces forces vives perdues. Il donna, dans son mémoire de 1874, une solution générale et très simple de ce problème.

Placé dans le cadre de réserve sans avoir rien perdu de sa rare activité intellectuelle et physique ni de sa curiosité scientifique toujours en éveil, le général Putz suivait avec un vif intérêt les transformations du matériel de guerre et des méthodes de tir.

Dès que le frein Lemoine fut adopté par l'artillerie il publia une étude analytique approfondie de ce nouveau mécanisme (1886).

En 1888 il développa, suivant une méthode uniforme et très élégante, les applications des principes du calcul des probabilités aux questions d'artillerie.

En 1889 il donna une intéressante étude sur le forcement par inertie des balles tirées dans les armes portatives.

Ce n'est pas en quelques lignes qu'on peut analyser ces travaux, auxquels il faudrait joindre divers articles publiés dans la *Revue d'artillerie*. Leurs titres seuls disent assez la nature, l'intérêt et la difficulté de ses études préférées.

Si le général Putz resta fidèle toute sa vie aux sciences que l'on cultive à l'École polytechnique, il ne le fut pas moins aux vieilles traditions de camaraderie que l'on y apprend également. Bienveillant, serviable, séduisant par la franchise de ses allures et l'urbanité de ses manières, il était aimé de tous pour ses hautes qualités de soldat et d'homme de bien. Mais ceux qui ont eu l'honneur de l'approcher dans l'intimité savent seuls quelles furent sa rare bonté, sa chaleur de cœur, sa force d'âme admirable et l'élévation morale de son caractère. Ils garderont avec une affectueuse vénération le souvenir de ce chef qui a fait honneur à l'artillerie et à l'École polytechnique.

REVUE

D'ARTILLERIE

Paraissant le 15 de chaque mois

TRENTE ET UNIÈME ANNÉE

TOME 61. — 6e LIVRAISON

Mars 1903

BERGER-LEVRAULT & Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS (6e)
RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY
RUE DES GLACIS, 18

1903

SOMMAIRE DE LA LIVRAISON DE MARS 1903

Pages.

I. — **Essai sur l'art de conjecturer,** par le chef d'escadron d'artillerie J. E. Estienne 405

II. — **L'artillerie à l'Exposition de Düsseldorf** (*suite*). — **Matériel Ehrhardt** (*avec une planche*), par le capitaine d'artillerie J. Pesseaud 450

III. — **Renseignements divers.** — *Allemagne :* Concours de tracteurs à alcool (478). — *Angleterre :* Conclusions de la Commission militaire des automobiles sur le concours d'Aldershot (478). — *Russie :* Cours de tir des officiers d'artillerie en 1902 (481). 478

IV. — **Table des matières du tome 61** 482

BIBLIOGRAPHIE. — I. Bulletin des livres (xcvii). — **A) Notices bibliographiques.** — *Études sur le combat. Combat antique et combat moderne,* par le colonel Ardant du Picq (xcvii). — *Établissements de MM. Schneider et Cie,* traduction de l'ouvrage publié en Angleterre par J. Dredge (xcviii). — *Les haras et les remontes en Allemagne, en Autriche-Hongrie et en France,* par J. Imbart de la Tour (xcviii). — *Recherches sur les aciers au nickel à hautes teneurs,* par M. L. Dumas (xcix). — *Essai sur le calcul des chances d'atteindre dans les tirs collectifs d'infanterie,* par le lieutenant P. Deschietere (xcix). — *Neue Formen der Panzer-Fortification,* par le colonel von Tilschkert (c). — *La moderna artiglieria da campagna,* par le major G. Pistoj (c). — *The maneuvers between the navy and the coast artillery,* par le major J. P. Wisser (ci). — **B) Livres nouveaux** (ci) xcvii

II. Bulletin des articles (cii). — **B) Revue des revues françaises** (cii). — **C) Classement par rubriques des principaux articles de revues et publications** (cvii). cii

PARTIE OFFICIELLE. — I. Renseignements extraits du *Bulletin officiel du Ministère de la guerre* 85

§ 1. Sommaire des principaux articles. 85

§ 2. Extraits des décrets, décisions, circulaires, etc. 88

II. Promotions, mutations et radiations (du 11 février au 10 mars 1903) 91

III. Tableaux d'avancement 96

PLANCHE VIII. — Artillerie à l'Exposition de Düsseldorf : Matériel Ehrhardt.

S'adresser, pour tout ce qui concerne la rédaction, au **chef d'escadron, chef du service de la Revue d'artillerie,** 1, Place St-Thomas-d'Aquin, à Paris (7e).

ESSAI

SUR

L'ART DE CONJECTURER

« Je ne prétends pas ruiner le calcul
« des probabilités; je désire seulement
« qu'il soit éclairci et modifié. »

D'Alembert, Opuscules mathématiques, XXVIIe mémoire.

PREMIÈRE PARTIE

I. — Critique du calcul des probabilités.

L'homme passe sa vie à conjecturer et, bien avant Pascal, le mot *probable* existait dans toutes les langues, avec son comparatif et son superlatif. Il est remarquable que les adjectifs qualificatifs comportent tous, dans leur sens vulgaire, l'idée de la possibilité d'une mesure; on dit également bien : Pierre est aussi heureux, plus heureux, moins heureux que Paul, ou Pierre est plus riche, moins riche que Paul, et pourtant, alors que la richesse est aisée à préciser par un nombre, on serait fort embarrassé de donner une appréciation numérique du bonheur.

Pour qu'une qualité quelconque puisse prétendre au nom de grandeur arithmétique, il est indispensable qu'on ait ou au moins qu'on conçoive la possibilité de la comparer expérimentalement à une qualité de même espèce.

A-t-on réalisé ou seulement conçu un procédé expérimental, une balance, un thermomètre, permettant de constater l'égalité de deux probabilités ? Nullement.

Le calcul des chances a dû laisser à la notion fondamentale de l'égalité des probabilités son sens vulgaire du langage courant.

La définition classique de la probabilité mathématique, qui contient en germe le calcul des probabilités tout entier, spécifie que tous les cas envisagés, favorables ou non à l'arrivée de l'événement attendu, sont *également probables,* et, sous peine d'une abominable pétition de principe, on est obligé d'entendre cela dans le sens vulgaire, irréductible, indéfinissable, admis dans toutes les langues.

Mais alors, cette égalité des chances n'est plus un fait mathématique démontrable par la raison ou par l'expérience ; elle dépend de l'appréciation personnelle de chacun, de son esprit de finesse, dirait Pascal, et de même que j'ai le droit de préférer Corneille à Racine, ou les brunes aux blondes, sans qu'on puisse jamais, au nom de la seule raison, infirmer mon choix, je puis avoir le droit de ne pas reconnaître l'égalité de deux chances admise par autrui.

Ne pas faire cet aveu au début du calcul des probabilités est une supercherie indigne de la mathématique ; c'est abuser les hommes de science, étrangers à ce calcul, en leur laissant croire que ses résultats méritent, dans les applications, la même confiance que le théorème de Pythagore.

Il est regrettable que des géomètres, et non des moindres, à qui le charme d'élégants développements algébriques avait fait perdre de vue la définition de la probabilité mathématique, paraissent avoir réellement cru à la vérité absolue des résultats numériques : Pareil au sculpteur antique adorant comme vrai dieu l'idole faite de ses

mains, le grand Laplace disait : « Il y a un million à parier contre un que tel fait est vrai. »

Laplace était certes en droit d'exprimer son degré de conviction personnelle par l'offre d'un tel pari, si ses calculs l'y autorisaient, mais il abuse de l'autorité de son génie en prétendant imposer son chiffre à l'universalité des hommes.

Quand on attribue aux dimensions d'un champ rectangulaire les valeurs 200 m et 300 m, on est forcé d'admettre que le champ a 6 hectares ; on serait mal venu à prétendre que le chiffre 6 est imposé par la géométrie à qui n'aurait pas tout d'abord convenu de l'exactitude des dimensions.

Cette restriction catégorique sur ce qu'il y a d'arbitraire dans la définition de la probabilité mathématique étant nettement proclamée, il existe un certain nombre de faits d'un intérêt pratique plus ou moins grand auxquels le calcul classique des probabilités s'applique rationnellement : quand on a admis, par exemple, qu'il y a autant de chance de tirer une carte qu'une autre d'un jeu de 32 cartes, cette égalité, on ne saurait trop le répéter, étant entendue dans le sens vulgaire du langage courant, on peut calculer la probabilité mathématique du tirage d'un roi, d'une figure, établir les théorèmes sur la ruine des joueurs, etc. D'une manière générale, on est en droit de se livrer aux spéculations classiques sur les jeux dits de pur hasard.

Le clair génie de Pascal n'est pas sorti de ce domaine ; des esprits plus hardis, franchissant, *sans le dire,* les limites assez étroites imposées par la définition de la probabilité mathématique, ont voulu appliquer la théorie à des faits absolument étrangers à son objet. Ils ont méconnu le sage précepte du même Pascal qui recommande de ne plus donner son sens vulgaire à un terme de la langue, une fois qu'on en a donné une définition scienti-

fique précise. Cette équivoque est la vraie cause des incohérences que le bon sens relève dans maintes applications du calcul des probabilités.

Par quelle aberration peut-on envisager la probabilité mathématique d'un certain fait alors qu'on sait fort bien que la supputation des cas dans lesquels ce fait peut se produire est absolument impossible, aussi bien que l'examen par le bon sens de l'égalité de la *probabilité vulgaire* de ces cas ? C'est que la probabilité vulgaire d'un fait incertain existe toujours dans l'esprit de l'homme et c'est en songeant inconsciemment à cette probabilité vulgaire que des penseurs, d'ailleurs éminents, se sont laissés aller à des raisonnements contraires à toutes les règles de l'art de persuader.

Le problème suivant, par exemple, ne peut pas se poser : un événement est arrivé α fois en S épreuves ; quelle est la *probabilité mathématique* pour qu'il arrive dans une nouvelle épreuve ? Où est seulement le nombre total, fini ou non, des cas que la définition de la probabilité mathématique oblige à envisager ? Tous les théorèmes du monde, connus ou inconnus, ne résoudront jamais une telle question. Il est aussi absurde, étant donnée la définition de la probabilité mathématique, de poser le problème que de demander, après avoir défini le cosinus d'un arc, de calculer le cosinus d'un chameau. L'apparence est moins saugrenue, à cause de la similitude des termes probabilité mathématique et probabilité vulgaire, mais ces deux choses diffèrent autant, pour qui a le respect des définitions, qu'un arc d'un chameau.

L'application du calcul des probabilités aux jugements est le scandale des mathématiques, disait Condorcet ; il y a lieu d'étendre beaucoup cette sévère opinion et c'est l'avis d'excellents esprits : à l'engouement regrettable de Laplace et de Poisson par exemple, on peut heureuse-

ment opposer le scepticisme de bon aloi de J. Bertrand et de M. Poincaré.

Faut-il donc pour cela renoncer aux applications ingénieuses et pratiques du calcul des probabilités à la statistique, au tir, à la théorie des erreurs, à celle des assurances, etc ? Non certes ; outre qu'il est dans la nature même de l'homme de conjecturer et que les plus ignorants conçoivent fort bien la possibilité d'évaluer numériquement le degré de la probabilité vulgaire, dans les paris par exemple, on est constamment en face de problèmes pratiques où le bon sens indique, sans aucun doute, la possibilité d'un calcul.

Qu'un joueur inconnu tourne le roi à l'écarté, nul n'en sera surpris ; qu'il le tourne dix fois de suite, on le soupçonnera sérieusement ; s'il le tourne cent fois, le bon sens veut qu'on le tienne pour un grec, avec grandes chances de ne pas se tromper.

Il ne répugne nullement au sens commun que ces degrés de suspicion soient évalués numériquement par chacun et, faute d'un procédé rationnel dans ses principes, le calcul des probabilités est employé, bien que la rigueur mathématique s'y oppose formellement.

Considérant les services rendus par l'application illogique du calcul, la fréquente conformité qualitative de ses solutions avec celles du bon sens et de l'expérience, il a paru intéressant de chercher à modifier les principes de manière à pouvoir aborder logiquement les problèmes de conjecture sans partir de prémisses dont l'incorrection reconnue expose à des conséquences souvent difficiles à concilier avec le bon sens.

La théorie classique est un édifice utile, mais sans fondations ; loin de prétendre le démolir, nous voudrions essayer de lui donner une base solide pour que la construction s'élève sans ces fissures qui rendent si suspect aux hommes de bon sens le calcul actuel des probabilités.

Ce calcul y perdra, peut-être, un peu du charme malsain qui lui venait de sa prétention à pénétrer les mystères ; le nouveau calcul, identique à l'ancien dans ses formules, est trop naturel, trop logique, pour qu'on puisse espérer qu'il réponde, par sa seule vertu mathématique, à des questions qui ne sont pas de son domaine ; mais il peut, aussi bien que l'ancien, orienter les recherches des hommes de science en fixant leurs convictions personnelles et décider un Laplace à développer un système du monde parce qu'il aura remarqué l'identité de sens de rotation de 43 planètes connues.

II. — Calcul des cotes.

La notion de probabilité existe, le langage en fait foi, chez tous les hommes ; les plus ignorants savent en préciser numériquement le degré, dans les paris ; nous ferons de même.

Définition de la cote. — Un individu exprime le degré de probabilité qu'il attribue, *à tort ou à raison,* à l'arrivée d'un événement incertain, par la fraction $\frac{a}{a+b}$, a étant la quantité qu'il est prêt à parier contre b que l'événement arrivera. Le nombre $\frac{a}{a+b}$ est dit la cote de l'événement, pour l'individu considéré.

Remarque I. — La cote est un nombre indépendant de l'unité choisie pour a et b ; on peut concevoir cette unité aussi petite qu'on voudra de manière à dégager la notion de cote de toute préoccupation de perte ou de gain matériel.

L'attribution d'une cote γ à un événement incertain signifie qu'on est prêt à déposer une quantité $n\gamma$ dans un pari réglé par la convention qu'on recevra une quantité n en cas d'arrivée de l'événement et une quantité zéro en

cas de non-arrivée, la quantité unité étant absolument arbitraire, fictive si l'on veut, et toute morale.

Remarque II. — Par définition, une cote ne saurait être supérieure à 1. La cote d'un événement incertain est plus ou moins arbitraire ; mais, si un individu attribue la cote 1 à un événement, cela signifie qu'il regarde cet événement comme absolument certain, autrement son pari serait contraire au bon sens.

La cote d'un événement certain ou cru certain est imposée par le bon sens et égale à 1.

Principe de la cote totale. — Quand un événement peut arriver de plusieurs manières M_1, M_2, etc., qui s'excluent, si un individu a attribué la cote γ_1 à l'arrivée de l'événement par la manière M_1, la cote γ_2 à l'arrivée de l'événement par la manière M_2, etc., il ne saurait attribuer une cote γ autre que $\gamma_1 + \gamma_2 + \ldots$ à l'arrivée de l'événement quand il fait abstraction de la manière dont il arrivera.

En effet, le choix des cotes γ_1, γ_2, etc., par l'individu, a cette signification générale, qu'il est prêt à déposer la somme $n_1 \gamma_1 + n_2 \gamma_2 + \ldots$, avec la convention qu'il recevra N_1 si l'événement arrive par la manière M_1, N_2 s'il arrive par la manière M_2, etc., et qu'il recevra zéro si l'événement arrive par toute autre manière non prévue ; les nombres n_1, n_2, etc., sont d'ailleurs arbitraires.

Les prémisses l'engagent à cela et à rien d'autre.

Or, par définition, la cote γ que le même individu voudrait attribuer à l'événement arrivant par l'une quelconque des manières M_1, M_2, etc., signifierait qu'il est prêt à déposer la somme $n\gamma$, avec la convention qu'il recevra la somme n, si l'événement arrive par l'une des manières prévues, et zéro dans le cas contraire.

Si donc il existe quelque manière de choisir les nombres n_1, n_2, etc., de sorte que les résultats des premiers paris soient, quoi qu'il arrive, identiques à ceux du second, l'obligation d'éviter une contradiction entre ces

conditions de deux paris identiques imposera logiquement pour γ une ou plusieurs valeurs.

Les conditions des deux paris sont naturellement identiques quand l'événement arrive d'une manière non prévue : on reçoit zéro. Pour qu'ils aient des résultats identiques quand l'événement arrive par l'une quelconque des manières prévues, il faut et il suffit que la somme à recevoir soit la même, c'est-à-dire que l'on ait :

$$n = n_1 = n_2 = \ldots, \text{ etc.}$$

Le rapport de la somme déposée $n\,(\gamma_1 + \gamma_2 + \ldots)$ à la somme n à recevoir en cas de gain a donc une et une seule valeur possible : $\gamma_1 + \gamma_2 + \ldots$

Les prémisses admises imposent donc logiquement pour γ une et une seule valeur $\gamma_1 + \gamma_2 + \ldots$ ce qui établit le principe de la cote totale.

Corollaire I. — Le choix des cotes γ_1, γ_2, etc., n'est pas absolument arbitraire ; leur somme, d'après le principe de la cote totale, étant la cote obligée d'un certain événement, doit être inférieure à 1.

Si on est convaincu que l'événement doit certainement arriver de l'une des manières envisagées, la somme $\gamma_1 + \gamma_2 + \ldots$ étant la cote d'un événement regardé comme certain doit être égale à 1.

En particulier, on a forcément entre la cote γ attribuée à l'arrivée d'un événement et la cote γ' attribuée à sa non-arrivée la relation :

$$\gamma + \gamma' = 1.$$

Corollaire II. — La probabilité mathématique, quand elle existe, est un cas particulier de la cote.

Si en effet on admet qu'un événement peut arriver ou ne pas arriver seulement dans n cas différents, tous également probables, on est tenu de donner à la production de chacun de ces cas la même cote $\frac{1}{n}$ (puisque la somme

de ces n cotes égales doit être égale à 1); si, de plus, on admet que α des n cas envisagés sont favorables à l'événement, cela revient à dire que l'événement peut arriver de α manières ayant chacune la cote $\frac{1}{n}$. Le principe de la cote totale impose alors $\frac{\alpha}{n}$ comme cote de l'événement, c'est-à-dire précisément la fraction que la définition classique indique comme probabilité mathématique de l'événement.

Principe de la cote composée. — Quand un événement résulte de l'arrivée simultanée de plusieurs événements composants E_1, E_2, E_3, etc., indépendants ou non, si un individu a attribué la cote γ_1 à l'événement E_1, considéré seul, la cote γ_2 à l'événement E_2 en supposant que E_1 est arrivé, la cote γ_3 à E_3 en supposant que E_1 et E_2 sont arrivés, etc., cet individu ne saurait attribuer une cote γ autre que le produit $\gamma_1 \gamma_2$, etc., à l'événement composé, pourvu qu'il admette seulement que la cote γ doit être fonction des seules quantités, $\gamma_1 \gamma_2$, etc.

Il suffit évidemment d'établir le principe pour deux événements composés E_1 et E_2.

On ne peut pas démontrer directement ce principe, comme celui de la cote totale; il faut recourir au bon sens et admettre qu'il exige que la cote γ soit une fonction de γ_1 et de γ_2; les raisons de ce postulat sont les suivantes :

Le bon sens exige que la cote γ dépende de la considération des cotes γ_1 et γ_2;

Si, en particulier, l'un des événements composants est regardé comme certain, si on a $\gamma_2 = 1$ par exemple, la cote γ est forcément égale à γ_1; de même si l'on a choisi $\gamma_2 = 0$ on doit aussi forcément prendre $\gamma = 0$.

Le bon sens paraît exiger, de plus, que γ ne soit fonction que de γ_1 et de γ_2, car après avoir résumé dans le choix des cotes γ_1 et γ_2 tout ce que l'on pense de la pro-

babilité vulgaire des événements composants, on ne voit pas quel facteur nouveau pourrait être considéré pour déterminer le choix de la cote γ.

Nous admettons donc que le bon sens veut que l'on ait $\gamma = \varphi(\gamma_1, \gamma_2)$; on va montrer que le principe de la cote totale impose la détermination complète de la fonction φ.

La fonction φ, si elle existe, doit convenir dans le cas où l'événement E_2 peut arriver de plusieurs manières exclusives A, B, C ayant pour cotes a, b, c de telle sorte que l'on ait, d'après le principe de la cote totale :

$$\gamma_2 = a + b + c.$$

$\varphi(\gamma_1, a)$ est alors la cote de l'événement composé de l'arrivée de l'événement E_1 et de l'arrivée de l'événement E_2 par la manière A.

De même, $\varphi(\gamma_1, b)$ est la cote de l'événement composé de l'arrivée de l'événement E_1 et de l'arrivée de E_2 par la manière B.

Ces événements composés sont exclusifs comme les événements A, B, C.

D'après le principe de la cote totale, la cote de l'événement composé, quand on fait abstraction de la manière dont il arrive est donc :

$$\varphi(\gamma_1, a) + \varphi(\gamma_1, b) + \varphi(\gamma_1, c).$$

Or, la cote de l'arrivée simultanée des événements E_1 et E_2, quand on fait abstraction de la manière dont E_2 arrive, n'est autre que $\varphi(\gamma_1, \gamma_2)$.

On doit donc avoir identiquement :

$$\varphi(\gamma_1, a) + \varphi(\gamma_1, b) + \varphi(\gamma_1, c) = \varphi(\gamma_1, \gamma_2).$$

Avec la condition $\gamma_2 = a + b + c$.

En particulier, si l'on fait $a = b = c = \frac{\gamma_2}{n}$, n étant le nombre des manières A, B, C supposées, on doit avoir :

$$\varphi(\gamma_1, \gamma_2) = n\varphi\left(\gamma_1, \frac{\gamma_2}{n}\right).$$

Nous avons remarqué que si l'on a pris $\gamma_2 = 1$, γ est forcément égal à γ_1, c'est-à-dire que l'on a :

$$\varphi(\gamma_1, 1) = \gamma_1.$$

L'identité précédente donne alors :

$$\gamma_1 \frac{1}{n} = \varphi\left(\gamma_1, \frac{1}{n}\right),$$

ce qui exige que la fonction φ soit le produit des deux variables.

Par conséquent, une fois que l'on a admis que la cote γ d'un événement composé est une fonction des cotes γ_1 γ_2 choisies pour les événements composants, on est obligé d'admettre pour la valeur de γ, le produit $\gamma_1 \gamma_2$, etc., ce qui démontre le principe de la cote composée.

Corollaire. — Si l'on considère deux événements dépendants l'un de l'autre E_1 et E_2, on peut envisager la cote de leur arrivée simultanée soit en supposant que E_1 dépend de E_2, soit en supposant que E_2 dépend de E_1 ; la cote composée résultant, dans les deux cas, de renseignements identiques est forcément la même.

Si donc on appelle C_1 et C_2 les cotes de E_1 et de E_2 arrivant seuls et C'_1 et C'_2 les cotes de chacun de ces événements quand on suppose que l'autre est déjà arrivé, on a l'identité : $C_1 C'_2 = C_2 C'_1$ qui est la forme générale de la proposition connue dans le calcul des probabilités sous le nom de *Règle de Bayes*.

Remarques sur les principes fondamentaux du calcul des cotes. — Après avoir précisé, par une définition toujours applicable, la notion vulgaire du degré de probabilité, on a établi deux principes qui imposent aux hommes de bon sens la valeur des cotes qu'ils sont tenus d'attribuer à des événements résultant d'autres événements auxquels ils avaient attribué des cotes plus ou moins arbitraires.

On n'a pas été sans remarquer l'identité mathématique

des principes fondamentaux du calcul des cotes et de ceux du calcul des probabilités.

La différence entre la cote et la probabilité mathématique n'en reste pas moins profonde, mais, si l'on observe que toute la partie algébrique du calcul des probabilités est uniquement fondée sur les deux principes fondamentaux, on reconnaît que le calcul des cotes peut immédiatement prendre à son actif toute la partie purement algébrique du calcul des probabilités, l'identité de Bayes par exemple ; nous pourrons donc être sobres de développements analytiques ; nous nous attacherons surtout à l'interprétation des résultats, en langage ordinaire.

Le second principe exige que l'on fasse bien attention en attribuant des cotes aux événements composants, de tenir compte de leur dépendance possible.

Toutes les quantités étant pour les déterministes absolus des fonctions déterminées du temps ne sauraient être indépendantes. On peut remarquer avec M. Boussinesq que le hasard, c'est-à-dire l'indétermination de la quantité, n'est nullement inconciliable avec l'existence de lois naturelles fort précises dans leur énoncé et l'indétermination mathématique laisse parfaitement, dans la science, une place aux notions connexes de hasard et de libre arbitre. Mais on peut dire plus simplement que le bon sens aidé de l'observation, tout en admettant la possibilité de quelque dépendance entre deux grandeurs quelconques de la nature, se refuse à admettre qu'une quantité quelconque soit déterminée absolument en fonction d'une autre quantité quelconque. Quand on réfléchit à ce qu'il y a d'arbitraire quoi qu'on fasse, dans la valeur numérique d'une cote, on ne voit aucun inconvénient à regarder comme pratiquement indépendantes deux quantités a et b quand on sait ou quand on croit qu'une variation de a ne peut entraîner qu'une variation négligeable de b.

C'est ainsi qu'on dira que la durée du jour sidéral est

indépendante de l'homme, bien qu'il dépende de la fantaisie d'un paysan breton, par exemple, d'augmenter réellement cette durée en établissant quelque part un moulin à marée.

III. — Le Théorème de Bernouilli dans le calcul des cotes. — Notion de la fréquence des événements.

Le calcul des cotes n'ayant d'autre prétention que d'établir des déductions logiques de prémisses où l'ignorance humaine a pu laisser place à l'erreur, n'impose jamais aux événements d'arriver suivant ses formules ; mais on conçoit que la comparaison des événements tels qu'ils arrivent avec les événements tels qu'on les attendait d'après les cotes plus ou moins arbitraires attribuées à leur arrivée, justifie ou infirme la valeur des cotes. Le théorème de Bernouilli donne sur cette comparaison des indications précieuses :

Un individu a attribué la cote γ à un événement E ; il est prévenu qu'on va procéder à n épreuves ; quelle cote doit-il donner à l'événement consistant dans α arrivées de l'événement E dans un ordre quelconque ?

Si l'individu, ayant épuisé toute son habileté d'après sa science telle qu'elle était avant les épreuves, pour la détermination de la cote γ, convient qu'il ne modifiera pas cette cote quoi qu'il arrive, il doit appliquer les principes de la cote composée et de la cote totale qui donnent pour la cote cherchée la valeur :

$$\frac{n(n-1)\ldots(n-\alpha+1)}{12\ldots\alpha}\gamma^{\alpha}(1-\gamma)^{n-\alpha}.$$

Si l'on part de cette formule pour calculer, suivant les développements bien connus de Jacques Bernouilli, la cote C d'un événement consistant dans l'arrivée de E, un nombre de fois compris entre $n(\gamma+\varepsilon)$ et $n(\gamma-\varepsilon)$, on trouve que si petit que soit ε, on peut prendre n assez grand pour que C diffère de 1 d'aussi peu qu'on voudra.

Averti de ce fait analytique, l'individu constate — sans grand étonnement d'ailleurs, son bon sens le lui avait fait prévoir — que donner une cote ferme γ à l'arrivée d'un événement revient à agir comme s'il avait la certitude qu'en répétant l'épreuve un très grand nombre de fois, le rapport $\frac{\alpha}{n}$ du nombre d'arrivées de l'événement au nombre des épreuves différera très peu du nombre γ.

Nous appellerons *fréquence* d'un événement ce rapport $\frac{\alpha}{n}$ pour n infini, sans d'ailleurs préjuger en rien que la fréquence soit une constante déterminée.

L'analyse précédente confirme mathématiquement l'identité, réclamée *a priori* par le sens commun, entre la valeur qu'un individu peut attribuer plus ou moins arbitrairement à la fréquence d'un événement et la valeur qu'il peut attribuer à sa cote.

Il est bien entendu d'ailleurs que l'égalité nécessaire de la cote et de la fréquence ne diminue en rien l'incertitude de leur valeur commune ; on a seulement établi que si l'on est convaincu que sur un très grand nombre d'épreuves, le rapport du nombre d'arrivée de l'événement au nombre des épreuves est γ, on ne saurait donner une autre cote que γ à l'arrivée de l'événement et qu'inversement, donner une cote γ à un événement suppose implicitement que l'on est convaincu que la fréquence de l'événement est égale à γ.

Le calcul des cotes est absolument impuissant à établir si le rapport $\frac{\alpha}{n}$ tend vers une constante quand n augmente indéfiniment, c'est-à-dire si l'événement considéré a une fréquence déterminée et par suite une cote vraie.

C'est à la science spéciale ayant pour objet le phénomène considéré qu'il faut s'adresser pour savoir si l'on est fondé à admettre l'existence de lois permanentes autorisant à considérer une fréquence déterminée.

Certains géomètres, par exemple, se sont livrés à d'étranges spéculations sur la proportion des naissances masculines et féminines à Paris. On peut certes faire là-dessus d'intéressants calculs. Il est raisonnable d'adopter $\frac{22}{43}$ pour cote d'une naissance masculine ; quand on n'a sur cette future naissance d'autre renseignement que la fréquence des garçons dans les dix dernières années, on ne saurait prendre une autre cote ; mais il serait absurde de fonder en quelque manière une conviction sur la constance de cette fréquence uniquement d'après des résultats de statistique ; c'est affaire de physiologiste. Le géomètre n'intervient utilement qu'après que cette question préalable a été tranchée, bien ou mal d'ailleurs, il n'en a cure. Le rôle du calcul est de transformer logiquement des prémisses, justes ou fausses. Les événements arrivent comme ils doivent : conformes aux prévisions, ils justifient plus ou moins l'hypothèse ; non conformes, ils l'infirment plus ou moins. La responsabilité du calcul n'est jamais engagée ou du moins ne devrait jamais l'être à moins d'erreur matérielle.

Quand on considère des phénomènes naturels, la constance de la fréquence des événements est généralement admise comme suite de la conviction où l'on est qu'ils sont régis par des lois permanentes ; Poisson semble avoir voulu démontrer, par sa loi des grands nombres, qu'il y a une fréquence déterminée pour tous les événements pouvant arriver dans des circonstances fixées. Une telle entreprise dépasse les forces du calcul ; il y a des cas particuliers où on peut raisonnablement admettre *a priori* une fréquence déterminée, d'autres où on n'y saurait songer. La question restera toujours douteuse, parce que par sa définition même, la fréquence échappe à toute évaluation définitive. Les lois les plus certaines de la science ont leur fondement dans la constatation d'un

nombre fini de faits d'expérience ; quand ce nombre nous paraît très grand, le bon sens nous oblige à donner à la permanence de ces lois une cote très voisine de 1, soit $1 - \varepsilon$, la quantité ε étant la cote de la possibilité d'une dérogation à la loi, c'est-à-dire d'un miracle ; mais, le nombre actuellement infini n'existant pas, on n'est jamais autorisé, par les faits, à donner une cote rigoureusement nulle au miracle.

Nous croyons, par exemple, en mécanique, à l'égalité de l'action et de la réaction ; peut-être quelque jour, dans la région d'Hercule ou plus loin, nos neveux rencontreront deux atomes dont l'ensemble progresserait par la seule vertu de leurs actions mutuelles. La loi exprime simplement, en toute rigueur, qu'on n'a pas encore rencontré ces deux atomes. En pratique, ce que le mécanicien a de mieux à faire, c'est d'agir comme si la fréquence d'un tel événement était nulle, d'accord ; mais cette nécessité pratique ne prouve aucunement que la fréquence soit nulle.

Dans le calcul des cotes, la fréquence, quand on croit devoir l'envisager, est souvent regardée comme déterminée ; c'est une conviction de l'individu qu'il n'est pas plus tenu de justifier que la valeur, plus ou moins arbitraire, qu'il attribue à une cote.

Nous allons appliquer les notions qui précèdent pour indiquer le schéma du problème général suivant :

Un événement est arrivé α fois en n épreuves. On admet deux choses :

1° Que l'événement a une fréquence déterminée ;

2° Que c'est cette fréquence seule qui est la cause de l'arrivée ou de la non-arrivée de l'événement. Quelles cotes convient-il de donner aux différentes valeurs possibles de la fréquence ?

Soient $f_1, f_2 \ldots f_t$ les t fréquences, qu'à tort ou à raison, on croit devoir envisager, et soient C_1, $C_2 \ldots C_t$ les cotes

qu'à tort ou à raison on croit devoir leur attribuer *a priori,* c'est-à-dire, avant d'avoir connaissance du renseignement nouveau, consistant en ce que l'événement est arrivé α fois en n épreuves. Pour éviter dans l'exposé du schéma une difficulté d'ordre purement analytique, nous supposerons le nombre t fini.

L'application au calcul des cotes de l'identité de Bayes impose pour les nouvelles cotes $\gamma_1, \gamma_2 \ldots \gamma_t$ des différentes fréquences considérées, $f_1, f_2 \ldots f_t$, quand on fait état du renseignement nouveau, la valeur :

$$\gamma_1 = \frac{C_i f_i^\alpha (1 - f_i)^{n-\alpha}}{\Sigma_1^t C_i f_i^\alpha (1 - f_i)^{n-\alpha}}.$$

Il faut remarquer que le principe de la cote totale impose que l'on ait $\Sigma_1^t C_i = 1$, car on a dû envisager toutes les causes que l'on regardait comme possibles.

Cette formule analytique ne résout pas la question ; elle la transforme en mettant en évidence les quantités C_i. Il appartient à l'esprit de finesse de chacun de leur attribuer des valeurs et chaque cas concret, nous en donnerons quelques exemples plus loin, exige pour cela une analyse spéciale et minutieuse des données particulières de la question.

Mais les valeurs de γ_i resteront toujours entachées de l'arbitraire inévitable des valeurs de C_i.

Quoi qu'on fasse, on retrouve toujours quelque part, dans l'art de conjecturer, des conjectures ou des cotes élémentaires auxquelles on ne peut que rarement attribuer des valeurs qui soient admises sans restriction par tous les individus.

Les conclusions ont donc généralement un caractère personnel ; mais il y a un fait analytique à remarquer, c'est que, si l'on considère la cote γ_μ de la fréquence $f_\mu = \frac{\alpha}{n}$, cette cote tend vers 1 quand n tend vers l'infini, quel que soit le système des cotes C_i que l'on avait cru

devoir choisir *a priori* pour les différentes fréquences considérées, pourvu qu'on n'ait pas cru devoir *a priori* attribuer une valeur très petite à la cote C_μ par rapport aux autres cotes C_i.

On peut en effet écrire la valeur de γ_μ sous la forme :

$$\gamma_\mu = \frac{1}{1 + \Sigma \frac{C_i}{C_\mu} \left[\frac{f_i^{f_\mu} (1 - f_i)^{f_\mu}}{f_\mu^{f_\mu} (1 - f_\mu)^{f_\mu}} \right]^n}$$

et la quantité élevée à la puissance n étant toujours moindre que 1, puisque la valeur maximum du numérateur est précisément égale au dénominateur, on voit que γ_μ tend vers 1 quand n devient très grand, pourvu que $\frac{C_i}{C_\mu}$ ne soit pas très petit.

On a dû pour cette démonstration, où le nombre t des fréquences envisagées est supposé fini, admettre qu'on avait précisément envisagé la fréquence $\frac{\alpha}{n}$, il n'y aurait aucune difficulté d'analyse à envisager *a priori* toutes les fréquences variant de 0 à 1 par degrés infiniment petits et à considérer, au lieu de la cote γ_μ, la somme des cotes des fréquences comprises entre deux nombres $\frac{\alpha}{n} \pm \varepsilon$, différant d'une quantité aussi petite qu'on voudra, mais finie.

L'intérêt de la remarque précédente consiste en ce que ses conclusions étaient *a priori* réclamées par le bon sens sous peine de contradiction avec le théorème de Bernouilli.

Nous ne croyons pas exagérer, en disant que tout ce que le calcul des probabilités a produit de non déraisonnable touchant la probabilité des causes a son fondement dans cette simple remarque. Si maints résultats de Laplace ne choquent pas le bon sens, c'est qu'en prenant un très grand nombre n d'épreuves, son hypothèse habituelle que C_x est une constante, conduit à peu près, on

vient de le voir, au même résultat que toute autre hypothèse.

Le calcul des probabilités a servi de thème à de très brillantes variations sur l'algèbre; il n'a jamais *osé* résoudre en nombres, une seule question *pratique* de probabilité des causes, parce que dans ces questions, intéressantes au premier chef, la réception d'un lot d'objets par exemple, les nombres sont toujours petits. Laplace, dans son introduction à la *Théorie analytique des probabilités* donne, au VIIe principe, un exemple de probabilité des causes où il y a seulement deux épreuves; cet exemple est précisément identique au premier problème que nous traiterons. Nous devons dire nettement qu'il y a un désaccord formel entre les deux solutions; la probabilité $\frac{9}{10}$ indiquée par Laplace correspond pour nous à une cote $\frac{9}{12}$. Au-dessus de cette différence de nombres, puérile en elle-même, c'est la différence des principes qu'il faut considérer.

Nous n'ignorons pas qu'il y a un moyen commode de se tirer d'affaire en déclarant le problème indéterminé; tout le monde reconnaît aujourd'hui que le calcul des probabilités est acculé à cette extrémité. Mais le bon sens proteste et veut une solution ferme. C'est l'honneur du calcul des cotes de la donner.

Excusons-nous, une fois pour toutes, d'être parfois obligé, par notre sujet même, à incriminer les raisonnements d'un Laplace. Mais, ayant entrepris de prouver et que le calcul des cotes est autre que le calcul des probabilités, et que ce dernier calcul, quand il a abordé la probabilité des causes, s'est montré absurde ou impuissant, il nous est plus aisé de concilier notre profond respect pour la mémoire des grands géomètres avec la conviction qu'ils se sont trompés, que de concilier avec les leurs nos convictions sur l'art de conjecturer.

IV. — Quelques applications du calcul des cotes à l'art de conjecturer.

L'homme passe sa vie à conjecturer, disions-nous au début, et la conjecture s'impose à lui, chaque fois qu'il lui faut prendre une décision, malgré son ignorance relative des choses : le promeneur se demande s'il faut sortir avec une canne ou avec un parapluie ; le chef d'armée, s'il faut marcher au Nord ou au Sud ; le juge, si l'accusé est innocent ou coupable ; le chimiste, s'il doit adopter pour l'équivalent de l'oxygène, 8 ou 8 et quelques millièmes. La variété des problèmes de conjecture défie l'imagination ; on se contente, pour beaucoup, de la solution intuitive du bon sens et souvent on ne saurait mieux faire, tant il y a d'arbitraire dans les paramètres qu'exige le calcul.

Mais on a reconnu depuis longtemps que l'emploi du calcul est avantageux dans maintes questions d'une grande importance pratique.

Une particularité des problèmes de conjecture, c'est que les données constituent elles-mêmes un premier problème, auquel le bon sens doit appliquer toute sa perspicacité.

Voici, croyons-nous, la forme générale d'un problème de conjecture tel qu'on peut l'énoncer en adoptant la terminologie du calcul des cotes :

Première partie. — Des circonstances étant données, on admet qu'il doit en résulter un des événements E_1, $E_2 \ldots E_n$. La première chose à faire est de fixer, d'après ce que l'on sait de l'influence des circonstances données sur l'arrivée de chaque événement, les cotes γ_1, $\gamma_2 \ldots \gamma_n$ que l'on attribue à chaque événement. C'est le rôle du bon sens aidé du calcul des cotes, qui n'est que du bon sens en formules.

Il y a habituellement, nous y avons insisté, une grande

part d'arbitraire dans cette fixation ; il est assez rare, par exemple, que l'on s'accorde absolument sur la fréquence des événements E_1, E_2... E_n. Chaque individu, suivant sa science et son habileté, prend pour γ_1... γ_2, γ_n des valeurs plus ou moins différentes des fréquences f_1, f_2... f_n, soit par ignorance, soit parce que ces fréquences n'ont pas une valeur déterminée.

Deuxième partie. — Les cotes étant adoptées, quel est le parti le plus avantageux auquel on doit s'arrêter ?

Chaque problème exige une étude particulière et il faut se défier des solutions générales où l'algorithme dispenserait de toute intervention du bon sens.

Il existe peut-être d'autres principes fondamentaux que ceux de la cote totale et de la cote composée sur lesquels nous avons établi le calcul des cotes ; nous avons cru parfois en rencontrer, mais nous avouons qu'après réflexion, nous avons toujours été déçus relativement à leur généralité.

Problème I. — On sait qu'une urne contient t boules ne différant que par la couleur, qui peut être noire ou blanche. Cela étant, on fait n tirages au hasard en remettant dans l'urne, après chaque tirage, la boule extraite. Les n tirages ont donné α noires ; quelles conjectures peut-on faire sur le nombre des boules noires contenues dans l'urne ?

Nous allons nous efforcer, en traitant ce problème, fort simple d'énoncé, de préciser la philosophie du calcul des cotes et de faire ressortir l'absolue conformité de ce calcul avec le bon sens.

En appelant C_0, C_1, C_2, C_x, C_t les cotes que l'on attribuerait *a priori,* c'est-à-dire avant de connaître le résultat des n tirages, à la présence dans l'urne de 0, 1, 2,... x,... t boules noires, ou, ce qui d'après les prémisses est

la même chose, aux fréquences $\frac{0}{t}, \frac{1}{2}, \frac{2}{t}, \ldots \frac{x}{t}, \ldots \frac{t}{t}$ du tirage d'une boule noire et en appelant $\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2, \ldots \gamma_x, \ldots \gamma_t$ les cotes que l'on doit logiquement adopter quand on tient compte du renseignement nouveau consistant en ce que n tirages ont donné α noires, on trouve d'après le schéma indiqué plus haut :

$$\gamma_x = \frac{C_x x^\alpha (t-x)^{n-\alpha}}{\Sigma_{x=0}^{x=t} C_x x^\alpha (t-x)^{n-\alpha}}.$$

Toute la difficulté consiste à déterminer le système des cotes *a priori* C_x qu'imposent les données strictes du problème.

Quand on applique, bien indûment d'ailleurs comme nous l'avons fait ressortir, le calcul des probabilités à cette question, on est fort embarrassé. La formule est identique, mais les C étant des probabilités, c'est-à-dire par définition des nombres déterminés par des faits, le géomètre se sent en fort mauvaise posture pour les choisir. On a bien inventé, pour se tirer d'affaire, les probabilités *a priori* et les probabilités *a posteriori;* cela remédie si peu à la faute originelle de l'emploi de la probabilité mathématique, là où elle n'existe pas, que tous les bons esprits qui ont traité cette question ont préféré regarder le problème comme indéterminé, plutôt que d'accentuer l'incorrection en admettant, avec certains auteurs, que l'absence de raisons pour que l'une des probabilités C_x soit plus grande que les autres autorise à admettre que ces probabilités sont égales.

La formule deviendrait alors fort simple ; on aurait :

$$\gamma_x = \frac{x^\alpha (t-x)^{n-\alpha}}{\Sigma x^\alpha (t-x)^{n-\alpha}}.$$

C'est cette formule qu'on emploie souvent faute de mieux, sans grande conviction d'ailleurs ; cet errement n'a aucun inconvénient quand n est grand et qu'on veut déterminer

la valeur la plus probable de x, parce qu'alors, nous l'avons montré plus haut, tous les systèmes de valeurs C_0, C_1,... C_x conduisent à peu près au même résultat.

Le calcul des probabilités est impuissant à résoudre une question qu'il n'aurait jamais dû aborder ; pour lui, le problème reste indéterminé, mais le bon sens exige une réponse moins dilatoire ; on a l'intuition fort nette qu'il y a mieux à faire, et l'art de conjecturer a précisément pour objet, non pas de remédier à notre ignorance, mais de tirer parti et de cette ignorance et des connaissances contenues dans les données pour nous indiquer ce que nous devons croire de préférence. Le calcul des cotes, outil de l'art de conjecturer, spécule avec la même aisance sur ce que l'on sait et sur ce qu'on ignore et pour lui, ignorer une chose, c'est savoir qu'on l'ignore :

Si Pierre dit à Paul : Je songe à un objet qui est noir ou blanc, sans préciser en quoi que ce soit de quoi il s'agit, la probabilité mathématique pour que l'objet soit noir, en admettant qu'il y en ait une, reste pour Paul rigoureusement indéterminée, tandis que la couleur noire a pour le même Paul une cote logique $\frac{1}{2}$.

Le raisonnement de Paul est le suivant : J'ai le droit de choisir une cote; si je prenais la cote $\frac{1}{3}$, par exemple, pour la couleur noire, cela m'imposerait la cote $\frac{2}{3}$ pour la couleur blanche, j'agirais donc comme si j'étais autorisé par les renseignements que m'a fournis Pierre à croire que le blanc est plus probable que le noir; du peu qu'il m'a dit, je ne puis rien conclure de semblable. Et Paul rejettera successivement toutes les cotes autres que $\frac{1}{2}$ qui est la seule compatible avec les strictes données du problème.

D'Alembert se montra toujours réfractaire au calcul des

probabilités, disant que d'après la définition il ne voyait que deux cas possibles : l'événement arrive ou n'arrive pas, et un seul favorable s'il arrive, donc en tous cas, une probabilité $\frac{1}{2}$. Au fond, c'est une généralisation abusive du raisonnement de Paul ; mais il nous est agréable de croire que la cote aurait eu plus de succès auprès de d'Alembert que la probabilité mathématique (1).

Nous pouvons maintenant revenir à notre problème de la détermination des cotes *a priori* C_1, C_2, C_x, C_t. Posons-le avec précision :

On sait qu'une urne contient t boules ne différant que par la couleur, qui peut être noire ou blanche.

Sachant cela, et cela seulement, quelles cotes C_0, C_1, C_2,... C_x, C_t... doit-on attribuer logiquement à la présence de 0, 1, 2, x, t, boules noires dans l'urne ?

Examinons successivement, par la pensée, chacune des t boules en notant scrupuleusement tout ce que les données nous autorisent à croire relativement à leur couleur, mais rien que cela.

Le raisonnement fait plus haut par Paul oblige à donner la cote $\frac{1}{2}$ au fait que la première boule examinée soit noire ; toute autre cote supposerait que l'on connaît, sur la couleur de la boule examinée quelque renseignement qui ne figure pas dans l'énoncé. La cote logique pour que la seconde boule examinée soit noire est encore $\frac{1}{2}$; cela est évident si l'on admet que la couleur constatée de la première boule n'a aucune influence sur la couleur à attribuer à la seconde, et cela est encore vrai si, admettant la possibilité de quelque dépendance entre ces deux cou-

(1) La généralisation de d'Alembert est abusive parce que, si Pierre avait indiqué n couleurs au lieu de 2, Paul aurait trouvé non pas $\frac{1}{2}$, mais $\frac{1}{n}$ pour la couleur noire.

leurs, on fait attention que l'ignorance où l'on est, d'après l'énoncé du problème, de la nature de cette dépendance, n'autorise en rien à croire que la cote $\frac{1}{2}$ doive être augmentée plutôt que diminuée. Cela étant, le théorème de Bernouilli s'applique et la cote

$$\frac{t(t-1)\ldots(t-x+1)}{1\,2\ldots x}\left(\frac{1}{2}\right)^t$$

est imposée au fait qu'il y ait x boules noires dans l'urne.

Il est remarquable que cette cote soit égale à la probabilité mathématique qu'aurait la même composition de l'urne si l'on avait précisé l'énoncé du problème, en disant que l'urne a été remplie en puisant au hasard t boules dans un grand sac où il y avait constamment autant de noires que de blanches ; mais nous n'avons rien supposé de semblable, nous avons uniquement spéculé sur l'ignorance absolue où nous laissait l'énoncé relativement à la couleur de chaque boule ; le raisonnement, parfaitement logique dans le calcul des cotes, ne saurait s'appliquer dans le calcul des probabilités.

Nous arrivons donc pour γ_x à la valeur :

$$\gamma_x = \frac{\dfrac{t(t-1)\ldots(t-x+1)}{1\,2\ldots x}x^\alpha(t-x)^{n-\alpha}}{\Sigma_0^t\dfrac{t(t-1)\ldots(t-x+1)}{1\,2\ldots x}x^\alpha(t-x)^{n-\alpha}}$$

qui résout rigoureusement et intégralement le problème tel qu'il est posé, avec tout le vague de ses données.

Il n'est pas inutile de montrer que le bon sens ratifie la formule, en prenant un exemple numérique où la petitesse des nombres considérés permettra son intervention directe.

Faisons donc $t = 2$, et $\alpha = n$, c'est-à-dire posons le problème suivant :

Il y a deux boules dans une urne ; on sait qu'elles ne

diffèrent que par leur couleur qui peut être noire ou blanche ; on a fait n tirages successifs qui ont donné n noires, quelles conjectures peut-on faire sur la composition de l'urne ?

En appelant γ_1 la cote pour qu'il y ait une seule noire et γ_2 la cote pour qu'il y en ait deux, on trouve, d'après la formule :

$$\gamma_1 = \frac{1}{2^{n-1}+1} \qquad \text{et} \qquad \gamma_2 = \frac{2^{n-1}}{2^{n-1}+1}.$$

On peut remarquer en passant que, si l'on avait introduit dans l'énoncé la condition particulière de l'égalité *a priori* de la probabilité vulgaire des trois compositions possibles de l'urne, on aurait eu, d'après la formule indiquée plus haut pour les cotes γ_1' et γ_2', des compositions comportant soit une, soit deux noires :

$$\gamma_1' = \frac{1}{2^n+1} \qquad \text{et} \qquad \gamma_2' = \frac{2^n}{2^n+1}.$$

Dès que n a une valeur un peu élevée, les cotes γ_1 et γ_1' ou γ_2 et γ_2' diffèrent, comme nous le savions, extrêmement peu.

Pour que le bon sens puisse se prononcer, faisons $n = 1$, ce qui donne :

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \frac{1}{2}.$$

Nous arrivons alors à cette conclusion que, si l'on a tiré une boule noire d'une urne de composition inconnue, contenant deux boules noires ou blanches, on n'a aucune raison de croire que la boule restant dans l'urne soit plutôt noire que blanche.

Nous avons posé la question à dix personnes d'un bon sens éprouvé, dont cinq étrangères au calcul des probabilités et les cinq autres plus ou moins familières avec ce calcul ; les cinq premières ont répondu sans hésiter

comme le calcul des cotes, ainsi que deux des cinq autres. Des trois derniers probabilistes, deux ont conclu dans le même sens après quelques discussions ; le dernier probabiliste, seul, s'est fort longtemps montré irréductible jusqu'à ce que nous lui ayons proposé le jeu suivant : Nous mettrions dans une urne deux boules noires ou blanches à notre guise, sans lui donner aucune explication, il en tirerait une dont il verrait la couleur et, fort de ce prétendu renseignement, il parierait $1 + \varepsilon$ contre nous 1 sur la nuance de la boule restant dans l'urne. Nous étions généreux en ne fixant pas l'ε d'après la formule pour laquelle tenait ce forcené probabiliste ; cette formule donne en effet :

$$\gamma_1' = \frac{1}{3} \qquad \text{et} \qquad \gamma_2' = \frac{2}{3}$$

et par suite pour ε la valeur 1 ; mais il suffit que ε ne soit pas nul pour assurer à la fois la ruine du probabiliste et celle de sa formule ; il a fini par le comprendre et par admettre, en remontant à l'origine de la discussion, que notre raisonnement ne suppose aucunement que, pour composer l'urne, on a tiré des boules d'un grand sac où il y aurait autant de noires que de blanches.

Problème II. — Un événement est arrivé α fois en n épreuves, on sait ou on croit que cet événement a une fréquence ; l'ignorance où l'on est des influences qui peuvent agir sur l'arrivée de l'événement est telle, que le bon sens admet, avant toute épreuve, que seule l'expérience pourra donner quelque indication sur la fréquence inconnue. Peut-on conjecturer sur cette fréquence, et comment ?

Ce problème a un intérêt capital pour l'homme qui ignore les causes ; c'est le problème général de la statistique et il est bien peu de convictions humaines qui n'en dépendent pas. Cette simple constatation répond à la

première partie de la question : Oui, on peut conjecturer sur la fréquence ; le plus ignorant ne peut vivre sans se livrer à chaque instant à cette spéculation qui est aussi le suprême recours du savant à bout de science. Le calcul des probabilités, depuis son origine, s'est heurté à cette question, s'y est brisé ; la savante analyse de Laplace, le calcul acharné de Poisson, la sagacité clairvoyante de Bertrand, n'ont pu établir la fonction mathématique qui relie entre elles les divers degrés de conviction que nous sentons tous résulter des données du problème. Qu'il y ait dans cette fonction des paramètres dont le choix est plus ou moins arbitraire, c'est possible, c'est même sûr ; ce n'est pas une raison pour prétendre, avec les géomètres de notre époque, que le problème est indéterminé.

On ne niera pas que la loi de Newton soit une loi sous prétexte qu'il y figure une constante.

L'insuccès des anciennes tentatives était forcé avec l'outil défectueux qu'est le calcul des probabilités ; les prudents préféraient s'abstenir plutôt que d'établir des formules absurdes par leur prétention d'en imposer aux faits eux-mêmes.

En employant le calcul des cotes, les grands géomètres, dont nous rappelions les noms, auraient résolu en se jouant la difficulté ; elle nous a coûté beaucoup de peine, à nous qui avions le bon sens plus ou moins oblitéré par la notion de la probabilité mathématique ; nous faisons cet aveu dans l'espoir que le lecteur en tirera profit, pour éviter, en lisant ce qui suit, cette pénible révolte d'un intellect nourri d'erreurs, contre le bon sens, maître des hommes, seul guide auquel on doive se fier dans l'art de conjecturer.

Le problème est nettement posé, il n'est pas absurde ; essayons de le résoudre :

Que savons-nous avant toute épreuve ?

Nous savons qu'on ne peut arriver à se faire une idée de la fréquence qu'en répétant des épreuves, et le seul

renseignement qu'on puisse espérer sur cette fréquence ne saurait avoir été fourni qu'en fonction de deux quantités N et a, N étant un certain nombre d'épreuves antérieures qui auraient donné a arrivées de l'événement. Telle est la traduction rigoureuse des prémisses.

Avant l'épreuve, la cote d'une fréquence comprise entre x et $x + dx$ est donc une certaine fonction $C_x\,dx$ de x, de a et de N, en appelant γ_x ce que devient cette cote quand on fait état du renseignement qu'il y a eu α arrivées en n épreuves, on sait d'après le schéma général que γ_x est proportionnel à :

$$C_x x^\alpha (1 - x)^{n-\alpha}.$$

Nous allons montrer que la fonction C_x est entièrement déterminée, en invoquant le théorème de Bernouilli et le bon sens. Nous avons admis, à tort ou à raison, l'existence d'une fréquence ; la fréquence, par définition, est la limite du rapport du nombre des arrivées au nombre des épreuves quand ce dernier croît constamment ; le théorème de Bernouilli a fait connaître que ce rapport a d'autant plus de chance de s'approcher de la fréquence que le nombre des épreuves est plus grand. La valeur de cote maximum que l'on doit logiquement attribuer à la fréquence est donc $\frac{a + \alpha}{N + n}$, qu'on connaisse ou non a et N; ces quantités peuvent être des inconnues, mais ne sont pas des variables. Ce résultat pouvait être fourni par le seul bon sens : Étant donnée la définition de la fréquence, on ne saurait, en l'absence de tout autre renseignement, donner à un rapport autre que $\frac{a + \alpha}{N + n}$ une cote supérieure à celle qu'on attribuerait à ce rapport où figure en dénominateur le plus grand nombre d'épreuves dont on puisse espérer disposer.

La fonction C_x doit donc satisfaire à cette condition que le produit :

$$C_x x^\alpha (1 - x)^{n-\alpha},$$

soit maximum quand on fait

$$x = \frac{a + \alpha}{N + n}.$$

Il faut entendre ce mot *maximum* dans son sens le plus large, la fonction C_x est jusqu'ici absolument quelconque ; rien n'autorise à la croire continue.

Multiplions et divisons le produit considéré par le rapport

$$\frac{x^a (1 - x)^{N-a}}{x^a (1 - x)^{N-a}},$$

ce qui ne le change pas ; il devient :

$$\frac{C_x}{x^a (1 - x)^{N-a}} x^{a+\alpha} (1 - x)^{N+n-a-\alpha}.$$

Le rapport $\frac{C_x}{x^a (1 - x)^{N-a}}$ est une certaine fonction $\varphi (x, a, N)$ absolument quelconque comme la fonction C_x. Le produit $\varphi . x^{a+\alpha} (1 - x)^{N+n-a-\alpha}$ doit être maximum pour la valeur $x = \frac{a + \alpha}{N + n}$ qui rend précisément maximum le produit des exponentielles.

La fonction φ ne peut donc pas varier dans le voisinage de la valeur $x = \frac{a + \alpha}{N + n}$, α et n' étant quelconques.

C'est plus qu'il n'en faut pour prouver que φ est indépendant de x ; en remplaçant φ par sa valeur primitive

$$\frac{C_x}{x^a (1 - x)^{N-a}},$$

on a donc rigoureusement, K étant une constante :

$$C_x = K x^a (1 - x)^{N-a}.$$

Telle est la cote *a priori* d'une fréquence x, ce qui est bien différent de la cote $C_x = K$, qu'on prenait souvent,

depuis Laplace, tout en reconnaissant qu'on n'en avait pas le droit. On a donc, en toute rigueur :

$$\gamma_x = \frac{x^{a+\alpha}(1-x)^{N+n-a-\alpha}}{\int_0^1 x^{a+\alpha}(1-x)^{N+n-a-\alpha}}\,dx,$$

et comme on sait que le dénominateur est égal à :

$$\frac{1\,2\ldots(a+\alpha).\ 1\,2\ldots(N+n-a-\alpha)}{1\,2\ldots(N+n+1)},$$

on a définitivement :

$$\gamma_x = \frac{1\,2\,3\ldots(N+n+1)}{1\,2\,3\ldots(a+\alpha)\ldots\ 1\,2\,3\ldots(N+n-a-\alpha)}\,x^{a+\alpha}(1-x)^{N+n-a-\alpha}\,dx.$$

Cette formule résout le problème ; γ_x est une fonction bien déterminée de x, de α et de n, qui sont les données, avec deux paramètres a et N.

C'est l'aire élémentaire d'une courbe en forme de cloche dissymétrique passant par $x = 0$ et $x = 1$ avec un maximum pour $x = \frac{a+\alpha}{N+n}$ et une aire totale égale à 1. Quand $\frac{a+\alpha}{N+n} = \frac{1}{2}$, la cloche est symétrique et se confond presque avec la célèbre courbe $y = ke^{-h^2x^2}$ de Laplace et de Gauss, loi approximative des conjectures dont on s'est contenté jusqu'ici ; mais dans toute spéculation précise, il faut abandonner cette loi, souvent d'ailleurs fort peu approchée, comme on a abandonné en astronomie le système de Copernic.

Nous aborderons plus loin la théorie des erreurs d'observation, mais nous croyons devoir faire remarquer, dès maintenant, l'analogie du raisonnement qui nous a permis d'établir la vraie loi des conjectures avec le raisonnement de Gauss quand il a voulu montrer que, si l'on admettait que la moyenne arithmétique des mesures représente la valeur la plus probable de l'inconnue x,

cela conduirait à sa loi d'erreurs. Gauss savait mieux que personne [1] les nombreux points faibles de sa démonstration ; il avait cru devoir faire en particulier la bizarre hypothèse que la probabilité d'un écart est fonction de cet écart seul ; si Gauss avait tout simplement considéré la probabilité p pour qu'une mesure donnât la valeur a quand la vraie valeur est x, il aurait naturellement regardé p comme une fonction de a et de x et son raisonnement pouvait le conduire à la même loi que celle que nous venons de trouver pour la conjecture.

On aurait alors

$$p = \mathrm{K}\, x^{\lambda a} (\mathrm{M} - x)^{\lambda \mathrm{M} - \lambda a}\, dx,$$

pour la probabilité d'un écart $x - a$; cette loi d'écart est autrement rationnelle que celle de Gauss ; elle est d'une application aussi facile ; M est l'écart maximum plus ou moins inconnu, λ est une constante. Cette loi n'oblige pas à envisager la possibilité de mesures a_i infinies, positives ou négatives, même si l'on sait que les mesures portent sur des longueurs d'onde par exemple. Terminons cette digression en ajoutant que l'anomalie singulière, qui avait beaucoup frappé Bertrand, d'un cas où, bien que la moyenne arithmétique fût la valeur la plus probable, les écarts ne satisfont pas à la loi de Gauss, est expliquée si on substitue à cette loi celle que nous venons d'indiquer et qui donne, tout aussi bien que la loi de Gauss, une probabilité maximum à la moyenne arithmétique.

Revenons à notre fonction des conjectures ; au point de vue analytique, elle est compliquée ; Fresnel disait

(1) Voir à ce sujet le *Calcul des probabilités*, de Bertrand, p. 177, ou mieux encore dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* du 27 février 1888, une note *Sur la rigueur d'une démonstration de Gauss*, où le regretté maître est plus explicite.

qu'en donnant des lois aux atomes Dieu ne s'est pas préoccupé de la difficulté des calculs ; en imposant cette loi merveilleuse d'une logique commune à tous les hommes, il ne paraît pas s'en être inquiété davantage. Au point de vue calcul, les problèmes de conjecture sont aussi ardus que le problème des trois corps et il y faut des formules approchées. Nous n'entrerons pas ici dans cette voie, sauf pour quelque application numérique; nous garderons au contraire γ_x avec sa forme rigoureuse, pour n'être pas tenté, si quelque conséquence illogique de la formule se rencontrait, d'en imputer la faute à la formule d'approximation. Cet errement est la plaie du calcul des probabilités, où on invoque sans cesse la nécessité des grands nombres, pour éviter les incohérences qui choquent le plus vulgaire bon sens dès qu'on en emploie de petits.

Une formule de conjecture est vraie ou fausse : c'est avec de petits nombres que le bon sens la vérifie ; on l'applique ensuite avec confiance aux nombres moyens de la pratique, pour lesquels la formule est surtout utile. Le bon sens se passe souvent fort bien du calcul quand les nombres sont ou très grands ou très petits; sa solution intuitive lui suffit.

Appelons π_n^α la cote de l'événement quand on sait qu'il est arrivé α fois en n épreuves ; en écrivant que l'événement peut arriver par suite de l'une quelconque des fréquences x dont nous connaissons la cote $\gamma(x)$, on a :

$$\pi_n^\alpha = \int_0^1 x\gamma(x)\,dx$$

ou

$$\pi_n^\alpha = \frac{1\,2\,3\ldots(\mathrm{N}+n+1)}{1\,2\,3\ldots(a+a)\,1\,2\,3\ldots(\mathrm{N}+n-a-\alpha)}\int_0^1 x^{a+\alpha+1}(1-x)^{\mathrm{N}+n-a-\alpha}\,dx,$$

d'où

$$\pi_n^\alpha = \frac{a+\alpha+1}{\mathrm{N}+n+2}.$$

Faisons $n = 0$ et $\alpha = 0$, il vient :

$$\pi_0^0 = \frac{a+1}{N+2}.$$

Si l'on sait que $\frac{a}{N} = \frac{1}{2}$, cela entraîne, malgré l'indétermination de a et de N, la connaissance de la cote π_0^0 qui est aussi égale à $\frac{1}{2}$.

Généralement on a sur les paramètres a et N quelque renseignement, dont le plus habituel est la connaissance du rapport $\frac{a}{N} = \mu$ qui est la fréquence de cote maximum, avant toute épreuve. On est d'habitude moins renseigné sur la confiance qu'il convient d'attribuer à cette valeur de la fréquence de cote maximum et on gardera le paramètre N plus ou moins arbitraire pour caractériser cette confiance. Il faut se souvenir à l'occasion que N n'est pas une quantité quelconque, mais un entier positif ; μ est une fraction moindre que 1, liée à la quantité N par la condition que le produit μN soit un nombre entier.

On peut dire que N caractérise la confiance qu'à tort ou à raison on a *a priori* dans la valeur de μ, parce que le résultat d'une seule épreuve défavorable donnant pour la fréquence de cote maximum $\mu' = \frac{a}{N+1}$, on a par l'élimination du paramètre a entre cette égalité et l'égalité $\mu = \frac{a}{N}$, la relation :

$$\frac{\mu - \mu'}{\mu} = \frac{1}{N+1};$$

c'est-à-dire que $\frac{1}{N+1}$ est égal à la variation relative de μ que l'on croirait *a priori* pouvoir conclure d'une seule épreuve, et on sent très bien que cette variation

doit être d'autant plus petite que la confiance que l'on avait *a priori* dans la valeur de μ était plus grande; N croît donc avec la confiance *a priori* dans la valeur de μ.

Quand μ est connu par les données mêmes de la question, N est le paramètre arbitraire à qui chacun est en droit de donner la valeur qu'il juge convenable, mais si l'on a laissé à N sa valeur indéterminée, sous forme littérale, l'élimination de N entre deux cotes γ_n et $\gamma_{n'}$, résultant de n et de n' épreuves impose entre γ_n et $\gamma_{n'}$ une relation rigoureuse qu'il n'appartient pas à l'homme logique d'enfreindre. Cette conclusion est un peu troublante à première vue, comme l'étrange parole des Écritures : « Vous avez tout fait, Seigneur, avec nombre » ; oui, tout, jusqu'à la logique humaine, qui a ses lois numériques, indépendantes du temps et de la latitude, comme la matière a les siennes. Mais nous continuerons plus à l'aise ce développement après avoir éclairci ce qui précède au moyen d'un exemple.

Application à l'analyse des conditions de réception de lots d'objets fabriqués.

Le problème sepose ainsi : Un établissement a fabriqué, en série, avec des procédés identiques, avec des matières premières de même provenance, avec un personnel permanent, ou à peu près, etc., un nombre plus ou moins considérable d'objets; ces objets ont été réunis en lots, c'est-à-dire qu'on a groupé un nombre déterminé d'objets fabriqués dans un espace de temps aussi court que possible.

Nous supposerons dans ce qui suit, comme application concrète, qu'il s'agit de fusées pour projectiles; dans ce cas, les lots sont de 20 000 fusées.

Les objets fabriqués sont bons ou mauvais : s'il s'agit de qualités appréciables par des mesures de dimensions,

par exemple, il serait aisé de les vérifier un à un ; mais le procédé peut être long et on a coutume, même pour ces vérifications faisables, de prononcer la recette, l'ajournement, ou le rebut définitif de tout le lot, d'après la vérification d'un certain nombre d'objets pris au hasard dans le lot, ce nombre étant généralement très petit par rapport au nombre des objets d'un lot : pour un lot de 20 000 fusées, on n'en vérifie que 30. Ce nombre est forcément petit quand il s'agit de vérifier des qualités dont l'appréciation exige la destruction de l'objet ; un raté de fusée par exemple ne peut être constaté qu'en faisant réellement fonctionner la fusée et, à moins de consommer tout le lot, on est bien obligé d'appliquer le vieil adage : *ab uno disce omnes*, en se contentant de l'essai d'un petit nombre de fusées. Dans la réception du matériel de guerre et dans la rédaction des cahiers des charges, le problème de conjecture qui se pose naturellement ainsi a une importance et des difficultés bien connues des officiers à qui le devoir professionnel l'impose ; il n'a, croyons-nous, jamais été résolu et nous avons déjà signalé (p. 423) l'impuissance du calcul des probabilités à l'aborder. La solution du problème général de la conjecture s'y applique très simplement, mais il est peut-être bon d'entrer dans quelques détails.

Considérons donc un lot de 20 000 fusées, présenté en recette par un fabricant, et supposons que la conjecture porte sur le nombre de ratés que pourront donner ces 20 000 fusées, une fois en service. Concevons qu'un procédé ignoré ou quelque être infiniment perspicace ait fait connaître que sur les 20 000 fusées, il y en a 100 qui rateront, mais sans indiquer lesquelles ; prononcera-t-on la recette ? On peut dire oui, on peut dire non. C'est une question technique préalable à trancher ; le calcul des cotes n'y peut rien, pas plus que l'arithmétique ne peut dire combien de francs vaut 1 mètre de drap d'Elbeuf. Il faut donc d'abord convenir d'un certain nombre ρ que

nous laisserons sous sa forme littérale pour n'être engagés à rien, indiquant le pour-cent d'objets mauvais qui, si on le savait certainement dépassé, entraînerait le rebut du lot. Cela étant, sommes-nous dans le cas du problème général de la conjecture, tel que nous l'avons posé ? Oui.

En effet : 1° Étant données les conditions de constance de fabrication indiquées dans l'énoncé, le phénomène consistant dans la fabrication d'une bonne fusée a pour nous une fréquence et, quand on y réfléchit, on voit que c'est uniquement par crainte d'une variation notable dans cette fréquence qu'on a limité le nombre des objets d'un lot à 20 000, estimant que, pendant les quelques jours employés à fabriquer le lot, toutes les conditions de matières premières, d'ouvriers, de surveillance, de traditions de l'usine, n'ont pu présenter que de faibles variations et que pour chaque fusée du lot, il y a une même probabilité vulgaire, une même cote pour qu'elle soit bonne. Le lot n'a que 20 000 fusées, mais si dans les mêmes conditions ont avait fabriqué 25 000, 30 000 fusées, cette cote serait encore restée la même. On assimile plus ou moins consciemment la production des fusées sortant de l'usine, bonnes ou mauvaises, suivant un degré à peu près constant de perfection de la fabrication pendant la courte durée considérée, à l'écoulement d'un fleuve qui roulerait des fusées bonnes et mauvaises dans une proportion à peu près constante pendant un court espace de temps, et on puise au hasard dans ce fleuve 20 000 fusées pour former un lot. On admet qu'il y a une fréquence déterminée de mauvaises fusées, indépendante du nombre 20 000 qui n'interviendra plus dans la suite ; si on essaie un nombre n de fusées, les conclusions qu'on pourra tirer de l'essai s'appliqueraient aussi bien et même mieux à des lots de 10 000. Voilà les raisons qui justifient la conviction qu'il y a une fréquence *a priori* de bonne fusées et tout raisonnement a sa base dans cette conviction.

En présence d'un lot de 20 000 fusées, constitué comme nous l'avons dit dans l'énoncé, on n'est nullement dans le cas du premier problème que nous avons traité; ce ne sont pas 20 000 objets bons ou mauvais, choisis suivant une règle absolument inconnue, cas auquel, nous l'avons vu, le nombre 20 000 interviendrait avec une grande importance, ce sont 20 000 fusées, et on sait que le fabricant s'est évertué à les faire toutes bonnes. On ignore encore dans quelle mesure il y a réussi, mais on sait que, d'après la manière même dont la fabrication était conduite, l'une quelconque des fusées du lot avait, avant d'être faite, la même chance d'être bonne.

En résumé, premier point élucidé : l'arrivée d'une mauvaise fusée prise au hasard dans le lot est un événement qui a une fréquence x qu'on admet déterminée et qui va faire l'objet de la conjecture.

2° Peut-on fonder quelque conjecture sur la fréquence des mauvaises fusées d'après un autre renseignement que l'essai direct, expérimental, d'un certain nombre de fusées? Non; on ne voit pas d'autre moyen de se faire une idée de la fréquence des mauvaises fusées dans une fabrication donnée que d'en essayer et de compter les ratés.

Donc nous sommes bien dans le cas du problème général de la conjecture : il y a une fréquence et la seule expérience peut la faire connaître avec une précision qui croît avec le nombre des épreuves.

Si donc sur n fusées, essayées dans une épreuve de réception, α ont donné des ratés, on a la cote $\gamma(x)$ d'une fréquence x en fonction de α, de n et des deux paramètres a et N par la formule établie plus haut :

$$\gamma(x) = \frac{1.2.3.(N+n+1)}{123\ldots(a+\alpha)123\ldots(N+n-a-\alpha)} x^{a+\alpha}(1-x)^{N+a-a-\alpha}\,dx.$$

Pour que le lot soit bon, il faut que la proportion des mauvaises fusées soit inférieure à ρ, avons-nous dit au

début, c'est-à-dire que la cote pour que le lot soit bon est :

$$1 - \int_0^{\varphi} \gamma(x)\, dx.$$

En désignant par C_n^{α} la cote pour que le lot soit bon, après qu'on sait qu'en essayant n fusées, il y a eu α ratés, on a donc :

$$1 - C_n^{\alpha} = \frac{1\,2\,3\ldots(N+n+1)}{1\,2\,3\ldots(a+\alpha)\,1\,2\,3\ldots(N+n-a-\alpha)} \int_0^{\varphi} x^{a+\alpha}(1-x)^{N+n-a-\alpha}\, dx.$$

Examinons maintenant, avec tout notre bon sens, si nous avons sur a et N quelque renseignement certain ; il y en a un fort simple et fort sûr qui simplifie bien la question, c'est que

$$\frac{a}{N} = 0.$$

Qu'est en effet la quantité $\frac{a}{N}$ ou μ ? c'est la fréquence de mauvaises fusées à laquelle, avant l'essai, on aurait donné la cote maximum. Or, on sait que le fabricant a voulu faire de bonnes fusées, il s'y est efforcé ; on ne sait pas, il est vrai, s'il y a réussi, mais le seul fait qu'il s'est sûrement évertué à en faire le moins possible de mauvaises oblige à prendre μ *rigoureusement* nul. Nous croyons devoir insister sur ce que l'égalité $\mu = o$ n'est pas un à peu près ; on le reconnaît avec un peu de réflexion, mais nous savons par expérience qu'au premier abord cette proposition provoque de l'hésitation.

Concevons qu'on considère 10 fusées, par exemple, prises au hasard dans la fabrication courante et qu'on se demande avant tout essai quelles cotes on donnerait aux onze faits possibles qu'il se trouve 0, 1, 2, 3,... 10 fusées qui rateront ? On sera fort embarrassé pour donner les onze cotes γ_0, $\gamma_1 \ldots \gamma_{10}$; on sait que la somme de ces cotes est 1, on ne sait nullement qu'elles soient égales, mais on est absolument sûr qu'on ne saurait logiquement donner à γ_0 une valeur moindre qu'aux 10 autres cotes parce qu'on n'a d'autre renseignement que celui-ci : le

fabricant a tout fait pour avoir o fusée ratant, donc γ_0 est maximum et $\mu = o$.

L'histoire de Diogène rapportée par Bertrand est bien faite pour lever les derniers doutes à cet égard : Des archers s'exerçaient au tir ; quand venait le tour d'un certain maladroit fieffé, tous les spectateurs s'abritaient au loin dans la campagne. Le Cynique, contempteur de toute logique, comme il l'était de toute vertu, s'en fut droit devant la cible en criant : « Les sots ! qui ne voient pas qu'avec ce maladroit c'est ici qu'on est le plus en sûreté. » Le sot, c'était Diogène qui confondait chance maximum, avec chance très grande. Si maladroit que fût l'archer, si minime par suite que fût sa chance de toucher le but, c'était encore le point de l'espace qu'il avait *a priori* le plus de chance d'atteindre, par le seul fait qu'il s'y évertuait ; de tous les écarts possibles comptés par rapport au but l'écart o avait bien *a priori* la chance maximum, très petite c'est possible, mais rigoureusement maximum. Évitons le paradoxe de Diogène et prenons $\mu = o$.

En faisant $\alpha = o$, la formule devient alors :

$$1 - C_n^0 = (N + n + 1)\int_0^\rho (1 - x)^{N+n}\, dx.$$

En faisant $\alpha = 1$, la formule est :

$$1 - C_n^1 = (N + n)(N + n + 1)\int_0^\rho x(1 - x)^{N+n-1}.$$

On pourrait considérer C_n^2, etc., mais ceci nous suffira pour indiquer des conclusions à titre d'exemple. En effectuant les intégrations, on trouve en définitive :

$$1 - C_n^0 = (1 - \rho)^{N+n+1} \qquad (2)$$

et

$$1 - C_n' = (1 - \rho)^{N+n}\left[1 + (N + n)\rho\right]. \qquad (2)$$

Avant toute épreuve, c'est-à-dire si l'on fait $n = 0$, la première formule donne en appelant M la cote C_0^0 :

$$1 - M = (1 - \rho)^{N+1}. \qquad (3)$$

Le paramètre N est, grâce à cette dernière formule, avantageusement remplacé par la cote M que l'on donnerait *a priori* à la bonté du lot, avant les essais. Cette cote est le seul paramètre arbitraire qui reste dans le problème et il représente une quantité bien connue, que le bon sens a découverte depuis longtemps : la marque de fabrique, c'est-à-dire ce degré de confiance plus ou moins grand, plus ou moins arbitraire, qu'on a forcément avant tout essai, confiance uniquement basée sur la réputation du fabricant ; cette réputation ne dépend elle-même que d'un certain nombre, d'ailleurs indéterminé, d'épreuves antérieures satisfaisantes.

En éliminant l'indéterminée N entre les trois équations (1), (2), (3), on a enfin les deux relations :

$$1 - C_n^0 = (1 - M)(1 - \rho)^n$$

et

$$1 - C_{n'}^1 = (1 - M)(1 - \rho)^{n'-1}\left[1 - \rho + \rho\left(n' + \frac{\log(1 - M)}{\log(1 - \rho)}\right)\right]$$

qui donnent C_n^0 et $C_{n'}^1$ en fonction de quantités connues et de la marque. Ces formules sont rigoureuses et imposées par la logique ; en éliminant M entre elles, on aurait une relation obligée entre les confiances C_n^0 et $C_{n'}^1$ qu'aurait un lot d'être bon à la suite d'un essai qui aurait donné *o* raté en *n* épreuves ou d'un autre essai qui aurait donné 1 raté en n' épreuves.

La discussion des formules pures est assez pénible à suivre sur les lettres, mais on peut les appliquer en toute confiance à un cas concret quelconque. Il serait très intéressant de posséder des tables numériques ayant pour argument de chaque page les valeurs de ρ, de 1 a 50 millièmes par exemple, et donnant dans chaque page les valeurs de C_n^0, C_n^1, C_n^2, C_n^3, en fonction de la marque M.

Nous avons seulement calculé le tableau suivant. Il donne une idée des services que rendrait une telle table et permet des conclusions générales intéressantes.

Le tableau est établi pour la valeur $\rho = \frac{1}{100}$; c'est-à-dire que les quantités M, C^0_{30}, C^1_{30}, C^1_{60}, sont les cotes, ou les degrés de confiance exprimés en pour-cent, pour qu'il y ait dans le lot moins de $\frac{1}{100}$ de fusées donnant lieu à des ratés, soit avant l'épreuve, soit après qu'on a essayé 30 fusées sans raté, ou 30 fusées avec un seul raté, ou 60 fusées avec un seul raté. On y a indiqué aussi le nombre de fusées qui devraient être essayées sans raté pour porter à 90 p. 100 la confiance dans la bonté du lot en admettant *a priori* les valeurs de 10 à 90 p. 100 pour la marque de fabrique M.

	$\rho = \frac{1}{100}$ c'est-à-dire que le lot est réputé bon si la proportion des ratés est inférieure à 1 p. 100.								
M. Marque de fabrique. (Cote p. 100 *a priori* que le lot est bon.)	10	20	30	40	50	60	70	80	90
C^0_{30}. Cote que le lot est bon après l'essai de 30 fusées sans aucun raté.	33	41	48	56	63	70	78	85	93
C^1_{30}. Cote que le lot est bon après l'essai de 30 fusées dont une seule a raté.	4	10	14	20	26	34	45	57	72
C^1_{60}. Cote que le lot est bon après l'essai de 60 fusées dont une seule a raté.	16	20	25	31	37	45	54	65	79
Nombre de fusées qu'il faudrait essayer sans un seul raté pour avoir le droit de donner la cote 90 p. 100 au fait que le lot est bon.	217	205	192	177	159	137	109	69	0

Avant l'épreuve, on a le droit de choisir M, plus ou moins arbitrairement suivant ce qu'on pense du fabricant, mais ce choix exercé entraîne l'adoption, sans qu'on y puisse revenir, de toute la colonne verticale correspondant à M.

Si donc, ce qui paraît logique, on voulait que les conditions de réception conduisissent à une même confiance, 90 p. 100 par exemple, que le lot est bon, il faudrait imposer l'essai d'un nombre variable de fusées, suivant la marque de fabrique adoptée; pour une usine cotée 80 p. 100 par exemple, on devrait essayer 69 fusées et pour une usine peu recommandable *a priori,* cotée 10 p. 100 seulement, on devrait en essayer 217.

Cette manière de procéder, dont tous les officiers qui se sont occupés de la question reconnaîtront la justesse, n'est pas strictement applicable dans la réalité; on se heurterait non à la difficulté d'un classement *a priori* des concurrents, mais aux graves inconvénients résultant de sa publication. Il est impossible de songer à imposer par un cahier des charges général des conditions différentes aux concurrents; on peut le regretter, mais il faut s'y résigner. Cependant, l'importance de la cote *a priori, de la marque,* est telle pour tous les bons esprits qui ont réfléchi à cette question, après avoir eu à la traiter dans la pratique, qu'on a dû dans bien des cas admettre l'appel à la *concurrence réduite* dont l'effet est précisément de permettre de prime abord, sans discussion, l'élimination des fabricants auxquels on attribuait *a priori* une cote par trop faible. C'est là un précieux palliatif.

Des conditions de réception identiques n'ont de sens que si les cotes *a priori* M des divers fabricants auxquels on les applique sont admises très voisines les unes des autres et la règle logique est de calculer le nombre des objets à essayer pour atteindre une conviction déterminée, 90 p. 100 par exemple, que le lot est bon, d'après la marque *minimum* attribuée *a priori,* plus ou moins arbitrairement d'ailleurs, aux concurrents admis à l'adjudication. Pour une fabrication courante, les épreuves de réception n'ont d'autre but que de vérifier si la bonne opinion qu'on avait *a priori* sur une fabrication n'est pas accidentellement injustifiée pour le lot considéré; sans cela, le nom-

bre d'objets à essayer serait beaucoup trop considérable. Mais au début d'une fabrication, il ne faut pas hésiter à faire porter les essais sur ce nombre considérable : les formules sont d'accord avec le bon sens. Ceux qui n'ont pas réellement fait des essais s'imagineraient bien à tort que quelques fusées prises au hasard dans un lot de provenance douteuse permettent d'acquérir une conviction, voisine de 90 p. 100 par exemple, que le lot est bon; la dernière ligne horizontale du tableau est à ce sujet fort suggestive. Nous avons été chargé pendant plusieurs années de la réception des tubes de canon de provenances diverses, suivant les chances d'adjudications où la concurrence au rabais avait introduit des fournisseurs de marques notablement différentes ; nous n'étions pas en possession, à cette époque, des résultats numériques précis que nous publions aujourd'hui, mais parfois le bon sens nous a donné la conviction absolue qu'il eût été préférable de recevoir, *sans épreuve,* un tube sorti d'une bonne usine (1), plutôt que de recevoir, comme nous y obligeait le cahier des charges, un tube ayant strictement satisfait aux épreuves réglementaires, mais venu d'une usine médiocre (2).

On peut tirer de l'examen des quelques nombres du tableau bien d'autres renseignements intéressants ; nous croyons devoir appeler l'attention sur celui-ci : on a fixé à 30 le nombre des fusées à essayer avec cette clause que le lot est reçu s'il n'y a pas un seul raté. L'essai a lieu ; un raté se produit. La ligne horizontale C^1_{30} indique à quel taux tombe la confiance primitive : elle s'abaisse très notablement, avec des variations relatives beaucoup plus fortes pour les marques médiocres que pour les marques élevées. Mais, dira le bon sens, je ne puis pas rebuter un lot parce que, sur 30 fusées, le hasard m'en a donné une ratant. Elle était peut-être unique dans le lot,

(1) Bonne d'après ses fournitures précédentes.
(2) D'après ce que nous en savions par ses fournitures antérieures.

je demande un supplément d'enquête. Ce supplément d'enquête existe, né du bon sens, dans tous les essais et on l'appelle la *contre-épreuve*. Mais ce que le bon sens est impuissant à prévoir, parce qu'il ne sait pas faire des calculs compliqués, c'est le nombre logique, d'après les prémisses, sur lequel doit porter cette contre-épreuve. Comme un fils vigoureux qui aide son père, le calcul des cotes doit alors venir au secours du bon sens dont il émane. On a souvent fixé arbitrairement que la contre-épreuve porterait sur un nouveau nombre de fusées égal au nombre primitif 30, en décidant que le lot serait reçu si sur ces 30 fusées aucune n'éclate. Ce nombre est beaucoup trop faible ; la ligne horizontale C^{1}_{60} du tableau l'indique très nettement. Supposons en effet que la contre-épreuve ait réussi ; le renseignement qu'on possède sur le lot se résume en ceci : sur 60 fusées prises au hasard, une seule à éclaté. Dans aucune partie de l'échelle des marques on ne retrouve une confiance résultant de ce fait, égale à la confiance qui naissait de l'essai de 30 fusées sans raté ; la confiance n'est que de 16 p. 100 au lieu de 33 p. 100 pour la moins bonne marque. Donc la contre-épreuve, pour donner un renseignement de même valeur que l'épreuve doit porter sur un nombre d'objets beaucoup plus grand, d'ailleurs aisé à calculer d'après les formules.

Nous nous bornerons à ces indications : l'exemple des épreuves de réception nous a paru très convenable pour illustrer par quelques chiffres des raisonnements un peu abstraits et pour entraîner la confiance dans le calcul des cotes ; mais cet exemple exigerait encore de longs développements et des tables numériques d'un calcul laborieux. Si quelque camarade voulait y utiliser ses loisirs, il ferait œuvre utile et, croyons-nous, pleine de charmes.

J. E. Estienne,
Chef d'escadron d'artillerie.

(*A suivre.*)

L'ARTILLERIE

A

L'EXPOSITION DE DÜSSELDORF

[*Suite* (1).]

EXPOSITION EHRHARDT

Le pavillon de la *Rheinische Metallwaaren und Maschinenfabrik* offrait surtout au visiteur des produits variés du procédé spécial Ehrhardt pour la fabrication des corps creux par le poinçonnage à la presse d'un bloc de métal plein (2).

On y trouvait aussi des échantillons de tubes fabriqués par *soudure électrique en spirale,* procédé d'invention récente. Les dimensions de quelques-uns de ces tubes atteignaient jusqu'à 25 m de longueur sur 620 mm de diamètre, et 32 m de longueur sur 177 mm de diamètre.

Les établissements Ehrhardt exposaient encore une collection d'armes portatives, comprenant surtout des armes de sport et de chasse ; ils fabriquent en particulier la carabine automatique Mannlicher de guerre et de chasse.

La partie réservée à l'artillerie n'atteignait pas l'importance que présentait l'exposition de la maison Krupp,

---

(1) Voir *Revue d'artillerie,* t. **61** janvier et février 1903, p. 241 et 371.
(2) Voir *Revue d'artillerie,* t. **57**, p. 332.

mais elle n'en était pas moins intéressante en raison de l'originalité des modèles exposés ; nous signalerons notamment l'emploi ingénieux et systématique qui a été fait des tubes d'acier pour certaines pièces spéciales et le grand développement donné à la protection par les boucliers.

Outre des collections de projectiles, douilles, fusées, etc., on trouvait dans cette section les pièces suivantes :

Artillerie de côte et de bord.

Canon de côte de $10^{cm},5$ en tourelle cuirassée ;
Canon de bord de $8^{cm},8$ en casemate ;
Canon de bord de 5^{cm} ;
Mitrailleuse à commande mécanique pour munitions de petit calibre.

Artillerie de campagne et de montagne.

3 canons de campagne de 75^{mm} à recul sur l'affût, de modèles un peu différents ;

1 affût de campagne de 75^{mm} à bêche de crosse élastique ;

1 obusier léger de campagne de $10^{cm},5$ à recul sur l'affût ;

1 canon de montagne de 75^{mm} à recul sur l'affût ;

1 canon de montagne du même type (modèle en bois) démonté et chargé sur mulets ;

3 caissons pour canons de campagne de 75^{mm} ;

1 caisson pour obusier de campagne de $10^{cm},5$.

1 arrière-train de caisson blindé pour canon de campagne de 5^{cm} ;

1 pièce d'expérience de 75^{mm}, ayant subi le tir d'une pièce de 5^{cm} ;

Divers échantillons de plaques et boucliers ayant été soumis à des essais de tir.

Fig. *a*. — Canon de côte de 10cm,5.

ARTILLERIE DE COTE ET DE BORD

Canon de côte de 10cm,5 (fig. *a*).

Cette pièce est installée dans une tourelle de côte. Elle est montée sur affût à pivot central avec frein hydraulique et berceau. La rotation se fait sur un roulement à billes, ce qui permet un pointage latéral rapide même dans le cas de grands déplacements [1].

---

(1) Pour les renseignements numériques, voir le tableau de la page 460.

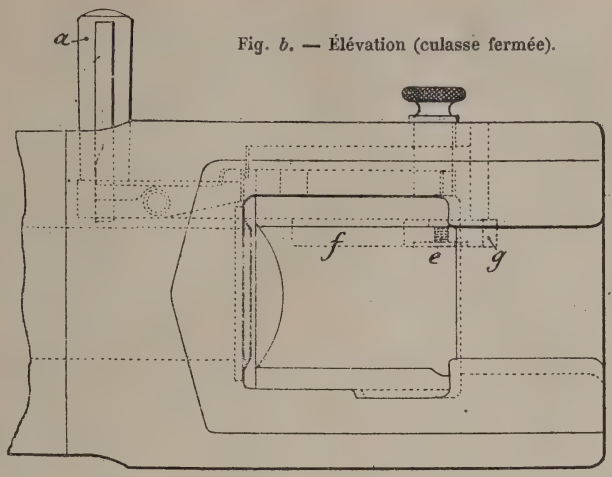


Fig. *b*. — Élévation (culasse fermée).

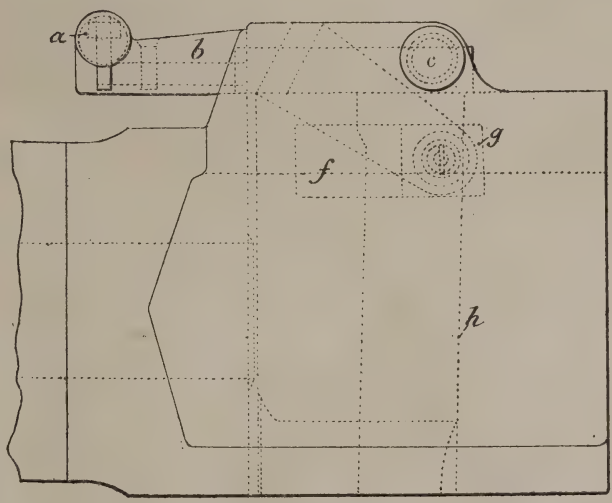
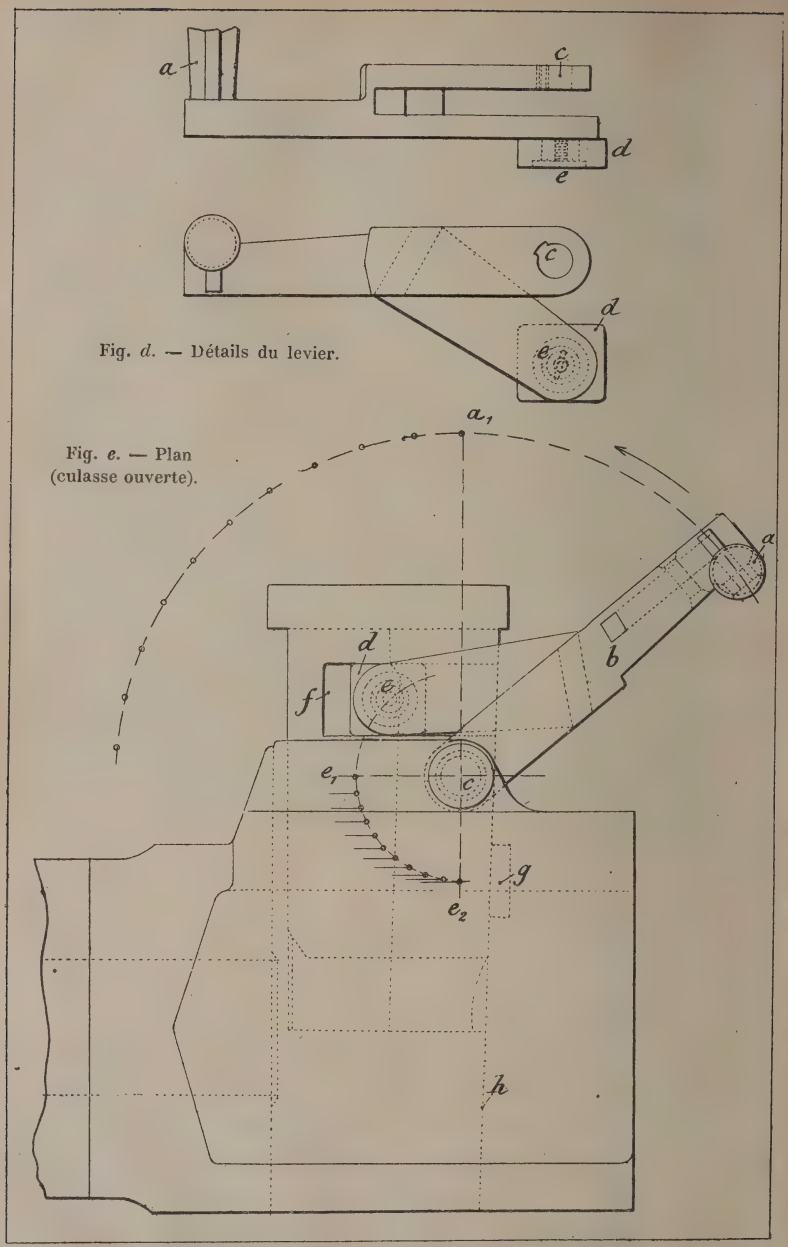


Fig. *c*. — Plan (culasse fermée).

MÉCANISME DE CULASSE A COIN SYSTÈME EHRHARDT



MÉCANISME DE CULASSE A COIN SYSTÈME EHRHARDT

La fermeture est du type à coin horizontal système Ehrhardt qui fonctionne de la manière suivante :

Un levier horizontal, placé du côté droit de la culasse et muni d'une poignée, peut tourner autour d'un axe vertical. Il porte à sa partie inférieure un tenon susceptible de se déplacer dans une rainure oblique tracée sur la face supérieure plate du coin. La rotation du levier et de son tenon force le coin à glisser vers la droite, un seul mouvement du levier produisant ainsi l'ouverture. Le mouvement inverse effectue la fermeture.

Les figures *b c d e* représentent une fermeture à coin Ehrhardt (1), également à un seul mouvement, un peu différente de celle que nous venons d'indiquer mais basée sur le même principe.

Ici le levier *b* a la forme d'un Y dont les deux branches sont dans des plans différents. L'axe de rotation est à l'extrémité *c* d'une des branches, l'autre branche porte le tenon *e*. Sur ce dernier est monté à rotation un coulisseau carré *d* qui peut se mouvoir parallèlement à l'axe de la pièce dans une rainure *f* de la face supérieure du coin.

Les éléments d'arcs décrits à chaque instant par la poignée *a* du levier et par le tenon *e* sont orthogonaux.

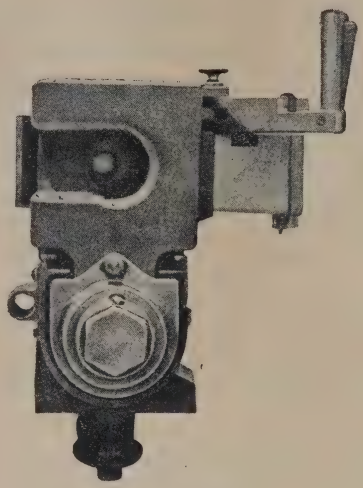
On voit que, à la fin du mouvement de fermeture, le tenon se rapprochant de la position e_2, le coin est poussé vers la gauche avec une vitesse décroissante et une force de plus en plus grande, ce qui assure la pression finale sur le culot de la cartouche.

Enfin, la culasse étant fermée, le coulisseau *d* a pénétré dans une encoche *g* de la face postérieure inclinée *h* du logement du coin, ce qui produit automatiquement le verrouillage de la fermeture pendant le tir.

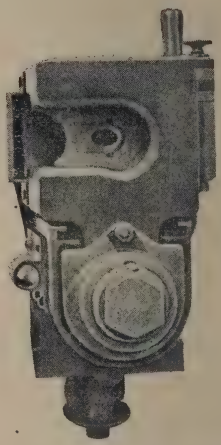
La figure *f* représente encore une autre variété du même système.

---

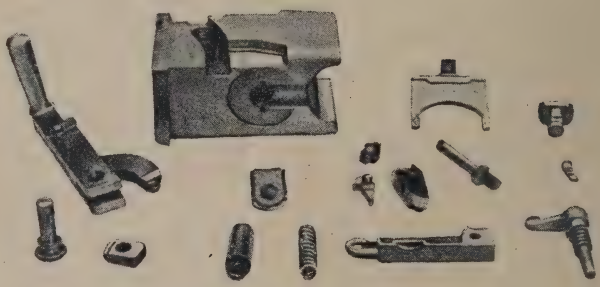
(1) Brevet français 321820 du 20 mai 1902.



Culasse ouverte.



Culasse fermée.



Mécanisme de culasse démonté.

Fig. *f*. — Mécanisme de culasse à coin système Ehrhardt

Canon de bord de 8cm,8.

Le canon de 8cm,8 doit être placé dans une casemate de navire, pour tirer contre les torpilleurs et les parties faiblement blindées des cuirassés et des croiseurs protégés.

Il est monté sur affût à pivot central à frein hydraulique et à berceau.

Le système de fermeture est à vis, du type dit *à peigne* (Kammverschluss) : la maison Ehrhardt désigne sous ce nom une fermeture à filets interrompus non inclinés, dans laquelle les filets ne forment pas en réalité un élément de vis, mais sont dans des plans normaux à l'axe de la pièce. La vis a la forme d'une ogive tronquée (pl. VIII, fig. 8), elle porte cinq secteurs lisses et cinq secteurs filetés. Le levier de manœuvre est horizontal et rabattu contre la tranche de culasse quand celle-ci est fermée ; son extrémité, articulée au nœud de charnière lui-même, porte un pignon héliçoïdal qui engrène avec des dents correspondantes taillées sur la tête de la vis. Un seul mouvement du levier produit successivement, grâce à ce pignon denté, le dévirage de la vis, puis la rotation de tout le système autour de la charnière et la sortie de la vis hors de son logement (1).

L'embrasure est protégée par un masque tournant qui présente une embrasure verticale pour la volée de la pièce ; cette embrasure est elle-même obturée par un petit bouclier porté par la bouche à feu. La protection est ainsi complète (2).

Canon de bord de 5cm (fig. *g* et *h*).

Ce canon doit être installé sur le pont des navires à l'abri d'une carapace tournante pour lutter contre les torpil-

(1) Ce système présente quelque analogie avec le mécanisme de culasse Vickers-Maxim pour canons de petit calibre ainsi qu'avec la fermeture à vis à un seul mouvement système Darmancier et Dalzon. (Voir *Revue d'artillerie*, t. **51**, p. 448, et t. **58**, p. 186.)

(2) Pour les renseignements numériques, voir le tableau de la page 460.

leurs non protégés. L'affût est à pivot central et à berceau avec cylindre de frein hydraulique. La fermeture à coin est analogue à celle qui a été décrite plus haut (p. 455).

La hausse est actionnée par un bouton moletté, relié à une partie fixe de l'affût et permettant de la faire monter

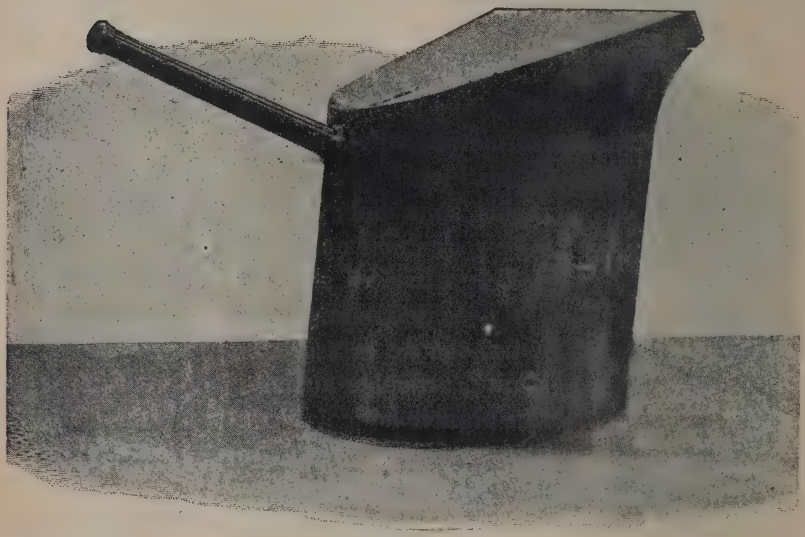


Fig. *g*. — Canon de bord de 5cm.

ou descendre pour la mesure et la correction de l'angle de site. Le pointage se fait ensuite en amenant un trait de repère porté par le berceau en face du point convenable de la graduation de la hausse, ce qui permet de modifier la distance tout en conservant la correction d'angle de site (1).

Mitrailleuse à commande mécanique (*Schnellfeuerapparat*).

Cet appareil, qui est destiné à lancer rapidement un grand nombre de balles de petit calibre, ressemble beau-

(1) Pour les renseignements numériques, voir le tableau de la page 460.

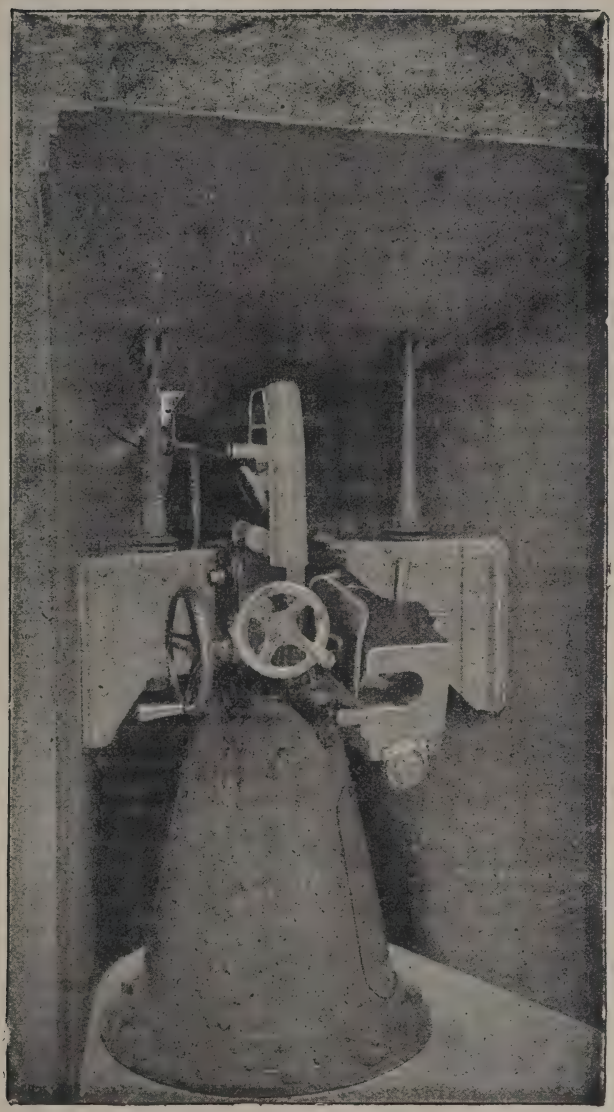


Fig. *h*. — Canon de bord de 5cm.

coup à certaines mitrailleuses de construction ancienne ; c'est en réalité une mitrailleuse *non automatique*. Le modèle qui figurait à l'exposition portait un canon de fusil du modèle de celui de l'infanterie allemande. Il peut donner une vitesse de tir de 150 coups à la minute.

Comme dans la mitrailleuse Gatling antérieure à 1870, c'est en tournant un volant à manivelle placé sur le côté droit que l'on actionne le mécanisme et que l'on produit les décharges successives, mais ici le canon unique reste fixe pendant le tir. L'alimentation se fait par une longue glissoire métallique qui s'élève obliquement au-dessus de la boîte de culasse.

L'arme est montée sur un affût-trépied qui est formé de trois tubes métalliques et peut se fixer sur une plate-forme ou sur le pont d'un navire.

Le canon est entouré d'un manchon réfrigérant à circulation d'eau ; le liquide arrive et s'écoule par les tubes du trépied.

Données numériques (1).

(Canons de côte et de bord.)

		CANON de côte de 10cm,5.	CANON de bord de 8cm,8.	CANON de bord de 5cm.
Longueur en calibres		40	40	45
Poids de la pièce	kg	1 750	1 350	225
— de l'affût et du berceau	—	2 500	1 680	484
— du cuirassement	—		442	785
Hauteur de l'axe de la pièce	m	1,775	0,975	1,035
Angle de tir maximum	deg	20	25	20
— minimum	—	— 10	— 7	— 10
Champ de tir horizontal	—	270	115	360
Poids du projectile (obus)	kg	15	9	2,8
— de la charge	—	3,5	1,5	0,31
Vitesse initiale	m	650	780	780

(1) Ces chiffres sont empruntés au catalogue de la maison Ehrhardt.

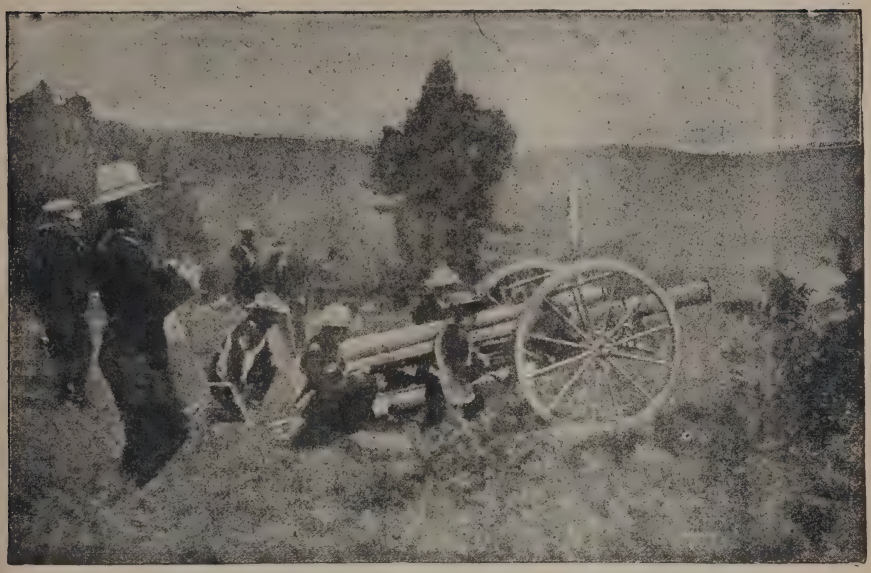


Fig. *i*. — Pièce de campagne Ehrhardt au moment du départ du coup.

ARTILLERIE DE CAMPAGNE ET DE MONTAGNE

Canon de campagne de 75mm à recul sur l'affût (fig. *i*, *j*, *k*, *m* et pl. VIII).

La partie la plus intéressante de l'exposition d'artillerie de la maison Ehrhardt était celle qui renfermait les canons à recul sur l'affût dont l'apparition à la fin de l'année 1900 a excité beaucoup de curiosité dans les armées européennes.

Ce matériel a été sommairement étudié dans la *Revue*(1) à cette époque. Après en avoir rappelé les traits carac-

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. **57**, p. 340, et *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens*, 3e numéro de 1901, p. 227. Nous avons emprunté à cette dernière publication et à divers brevets une partie des figures de la planche VIII.

téristiques essentiels, nous donnerons quelques détails complémentaires sur son organisation.

La pièce glisse pendant le tir (fig. *i*) dans un berceau en forme d'U qui contient un frein hydraulique et des ressorts récupérateurs.

La flèche est formée d'un tube d'acier qui peut être télescopique. Elle comprend en pareil cas deux parties, ce qui permet de la raccourcir pour les routes et de l'allonger pour le tir.

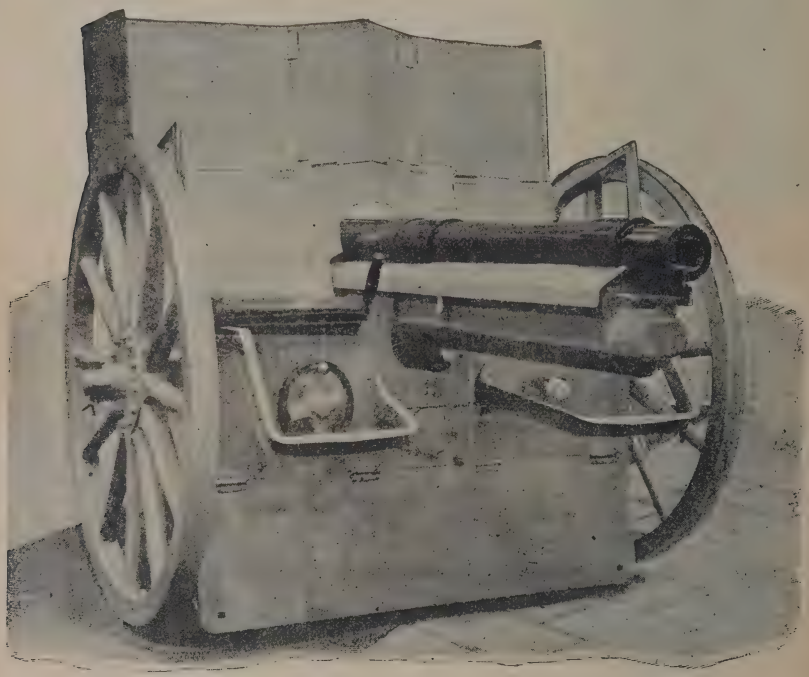


Fig. *j*. — Canon de campagne de 75mm (boucliers déployés).

Ce qui caractérise en outre cette pièce, c'est qu'on a fait pour toutes les parties du matériel un large emploi des tubes d'acier fabriqués par le procédé Ehrhardt.

Le canon Ehrhardt emploie des cartouches complètes.

Dans le modèle primitif de 1900, l'organisation de l'affût était la suivante (pl. VIII) [1] :

Le berceau B est muni à sa partie inférieure d'un tourillon vertical t (fig. 1 et 6) qui pivote dans le corps de l'essieu lui-même, dans lequel il est assemblé à baïonnette ou assujetti par un écrou t_1 vissé à son extrémité. Ce berceau est fermé à ses extrémités par une plaque antérieure b_1 et une plaque de fond b_2. Ses flancs b ont

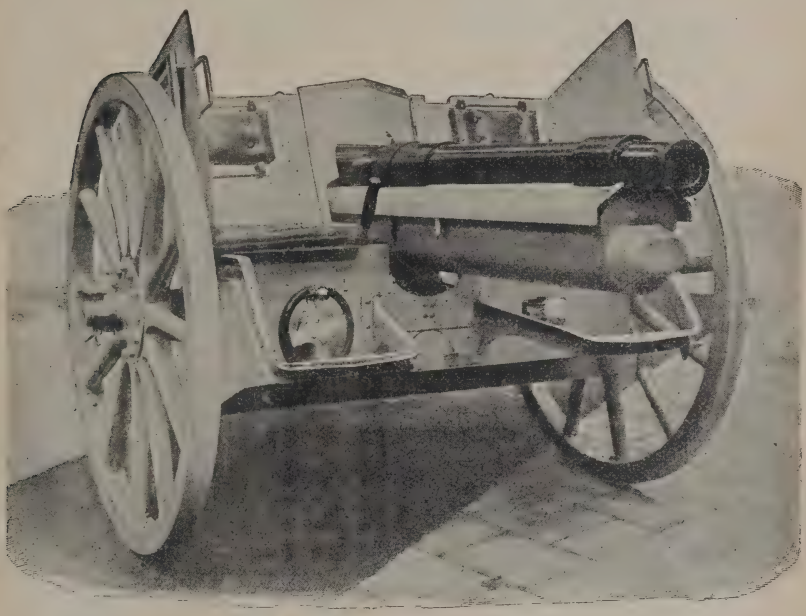


Fig. k. — Canon de campagne de 75mm (boucliers repliés).

leurs bords supérieurs repliés vers l'intérieur et garnis de glissières en bronze pour le coulissement du tube (2).

(1) Les figures de la planche VIII ne doivent être considérées que comme des schémas, elles se rapportent au type 1900. On possède peu de renseignements sur les détails d'organisation du modèle Ehrhardt 1903 récents actuellement en essai dans différents pays.

(2) Les maisons Ehrhardt et Krupp sont actuellement en procès au sujet

Le tube A est muni de deux frettes a_1 et a_2 prolongées vers le bas par des griffes-guides qui embrassent les bords repliés du berceau formant glissières (fig. 2 et 3).

Frein. — La tige de piston P est fixée invariablement à la plaque antérieure b_1 du berceau.

Le cylindre de frein C est relié vers l'avant au tube par la frette a_1 et coulisse à l'arrière dans la plaque de fond b_2 du berceau lorsqu'il recule avec le tube pendant le tir.

Dans certains modèles, l'action du frein peut être réglée à volonté sans démonter le frein : la tête du piston comprend deux disques fous sur la tige guidés l'un par une rainure rectiligne, l'autre par une rainure héliçoïdale, et en outre une soupape clavetée sur cette tige. Le mouvement relatif des deux disques fait varier la section des orifices d'écoulement, pendant le recul; de plus en faisant tourner de l'extérieur la tige du piston, on modifie la position de la soupape de façon à régler à volonté l'écoulement du liquide pendant le retour en batterie(1).

Le cylindre et le piston, les ressorts et les glissières, sont protégés contre les éclats et balles de shrapnel d'une part par le corps du berceau B, d'autre part par deux plaques latérales *dd* portées par le tube (fig. 2 et 3).

Récupérateur. — Les ressorts récupérateurs destinés à

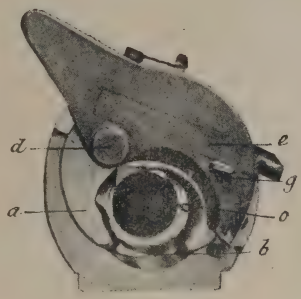
---

des brevets concernant les canons à long recul. Voici ce que dit à ce propos l'*Engineering* du 27 février 1903 :

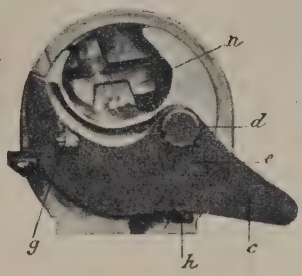
« La Rheinische Metallwaaren und Maschinenfabrik (maison Ehrhardt), de « Düsseldorf, a récemment attaqué la maison Krupp pour contrefaçon d'un « brevet relatif à la construction de canons. Le défendeur a répondu par « une demande reconventionnelle tendant à la nullité du brevet en ques- « tion et l'action intentée par Ehrhardt a été suspendue jusqu'à la décision « de l'Office impérial allemand des brevets sur la réclamation de Krupp. « Cette décision a été contraire à la maison Krupp, qui a été condamnée « aux frais, et la question principale va maintenant être portée devant les « tribunaux impériaux. Le brevet en litige est celui qui est relatif au dispo- « sitif employé pour guider la pièce dans le berceau, dans le système avec « frein à ressort et récupérateur à ressort de cette usine, dispositif ap- « pliqué surtout aux canons de campagne Ehrhardt. »

La *Militär-Zeitung* du 24 janvier 1903 confirme cette information.

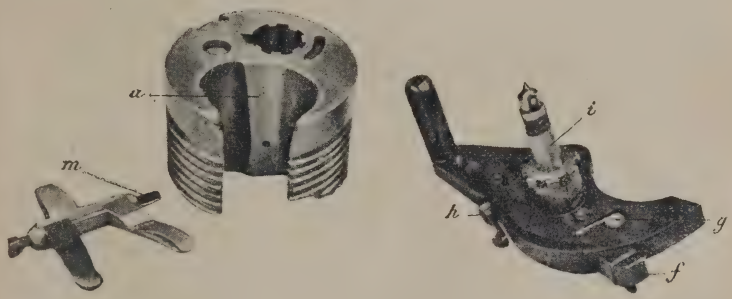
(1) Ce dispositif fait l'objet d'un brevet français, n° 316104 du 20 novembre 1901.



Culasse ouverte.



Culasse fermée.



Mécanisme de culasse démonté.

Fig. *l*. — Mécanisme de culasse système Nordenfelt.

ramener la pièce en batterie sont enroulés autour du cylindre de frein et disposés en général sur plusieurs couches concentriques, alternativement *dextrorsum* et *sinistrorsum* de façon à éviter les chevauchements (deux couches dans le dispositif de la figure 1, trois ou quatre couches dans d'autres modèles). Ils s'appuient d'une part contre la base de la frette a_1, d'autre part contre la plaque de fond b_2 ; chaque couche peut être composée de plusieurs éléments de ressort placés bout à bout (1).

L'emploi de plusieurs ressorts au lieu d'un seul permet de demander à chacun d'eux un effort plus faible et une course plus grande, la puissance de l'ensemble demeurant la même.

Le retour en batterie est amorti par une contre-tige et par un tampon élastique (*Federpuffer*) disposé sur la tige du piston près de la plaque b_1.

Les ressorts récupérateurs se mettent en place par l'arrière ; on leur donne au montage une compression initiale suffisante pour maintenir la pièce en batterie sous les plus grands angles. A cet effet on emploie un appareil spécial (*Spannvorrichtung*) représenté par la figure 4 :

Une vis V s'adapte à l'extrémité postérieure du cylindre ; on enfile sur le tout les ressorts et on les comprime au moyen d'un écrou v actionné par un volant jusqu'au moment où la plaque de fond b_2 amenée au contact du corps de berceau peut être boulonnée à sa position.

Affût inférieur. — Il se compose de l'essieu, des roues et d'un tube d'acier formant flèche qui peut être télescopique. A l'avant ce tube passe sous l'essieu auquel il est suspendu par des brides g (fig. 6) dans lesquelles l'essieu peut tourner pour le pointage en hauteur.

Appareils de pointage. — Le système de pointage en hauteur comporte une vis double actionnée par un volant

(1) Dans le modèle livré à l'Angleterre en 1900, il y a huit éléments de ressort plat, disposés en une seule couche et séparés par des anneaux. (Voir *Treatise on military carriages*, 1902, p. 76.)

R (fig. 7 et 8) : la vis extérieure U se meut dans un écrou u_1 porté par la flèche ; la vis intérieure u a son extrémité supérieure recourbée à angle droit et engagée dans la pièce-support h, elle ne peut donc que monter ou descendre, sans prendre de mouvement de rotation autour de son axe, mais en élevant ou abaissant l'ensemble du berceau et de la pièce par l'intermédiaire de la pièce-support h et du coussinet inférieur m.

Si l'on agit sur le volant R, la vis u ne peut prendre qu'un mouvement rectiligne tandis que le coussinet m exécute, comme la pièce elle-même, une rotation autour de l'axe de l'essieu. Ces déplacements sont rendus possibles parce que le coussinet m n'est réuni à la pièce-support h que par une nervure m_1 qui coulisse dans une rainure correspondante de h, parallèle à l'axe de la pièce.

Dans ces changements d'élévation, l'essieu, entraîné par le tourillon t, prend part au mouvement de rotation en tournant lui-même dans les boîtes de roues et dans les brides $\dot{g}$ g du corps d'affût inférieur.

Le coussinet inférieur m (fig. 7) a la forme d'un arc de cercle ayant pour centre le tourillon t, il est assemblé à queue d'hironde avec le coussinet supérieur n. Ce dernier, présentant la même forme circulaire, fait corps avec le berceau ; il porte en dessous une crémaillère et peut se déplacer latéralement sous l'action d'une vis sans fin x commandée par un volant X, en entraînant avec lui le berceau et le tube autour du tourillon t, pour les petites corrections du pointage en direction. La vis sans fin x est maintenue par deux petits tourillons y y qui font corps avec le coussinet m ; deux tiges obliques z z (fig. 7 et 8) dont les extrémités antérieures embrassent l'essieu près des roues empêchent tout mouvement latéral du coussinet m et de ses tourillons.

Depuis 1900, la maison Ehrhardt a produit un grand nombre de modèles dérivant tous du type primitif et ob-

Fig. *m*. — Pièce de campagne de 75mm attelée.

tenus en combinant entre elles diverses dispositions de détail : fermetures de systèmes variés, flèche télescopique ou non, roues en bois ou en acier, boucliers de formes diverses.

Trois de ces modèles figuraient à l'exposition de Düsseldorf (1) :

a) Canon à recul sur l'affût avec fermeture à vis excentrique du type Nordenfelt (fig. *l*) et flèche télescopique ; il porte une bêche fixe.

Le recul de la pièce sur l'affût est indiqué par un enregistreur gradué jusqu'à $1^m,25$.

Les roues sont en acier, avec rais en tubes d'acier assemblés dans le moyeu au moyen de sabots en bois. L'affût est muni de boucliers à rabattement qui servent en même temps de sièges d'essieu.

L'avant-train porte 36 coups placés dans des paniers.

(1) Pour les renseignements numériques, voir le tableau de la page 477.

Cette pièce était présentée sur son avant-train, complètement attelée (fig. *m*). Le harnachement, fourni par la maison Aug. Loh Söhne, de Berlin, est analogue au harnachement réglementaire allemand. Il comporte pour la traction des intermédiaires élastiques du genre des ressorts Siden (1).

b) Canon à recul sur l'affût avec fermeture à vis ogivale et flèche non télescopique ; il porte une bêche de crosse à rabattement. Les roues sont en bois. Les boucliers sont articulés : chacun des deux petits volets centraux que l'on aperçoit au-dessus de la pièce dans la figure *j* peut se rabattre sur la partie latérale voisine, laquelle se replie ensuite autour d'une charnière horizontale, de façon à former dossier pour le siège d'essieu (fig. *k*).

L'avant-train contient 40 coups.

c) Canon à recul sur l'affût avec fermeture à coin et flèche non télescopique ; la bêche de crosse est à rabattement. Les roues sont en bois. Les boucliers sont à rotation autour d'un axe vertical.

L'avant-train est semblable au précédent.

Cette pièce ne pèse en batterie que 925 kg ; le poids total de la voiture est donc de 1 700 kg seulement.

Canon de campagne de 75^{mm} à bêche de crosse élastique.

Outre le type à recul sur l'affût qui est le modèle préféré de la maison Ehrhardt, l'exposition renfermait un affût à bêche de crosse élastique pour canon de 75^{mm} ; cet affût ne présentait rien de remarquable.

Avant-trains et caissons pour canons de campagne de 75^{mm}.

Les cartouches y sont empaquetées par quatre, disposées horizontalement, placées tête-bêche sur deux cou-

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. **45**, p. 468.

ches dans des paniers en osier et enveloppées d'une étoffe de jute.

Les coffres, en tôle d'acier, sont divisés par une cloison horizontale et des châssis verticaux en dix compartiments contenant chacun un panier. Dans chaque avant-train et dans chaque coffre arrière d'arrière-train, un des paniers est ordinairement remplacé par une boîte pour outils et rechanges (pl. VIII, fig. 9).

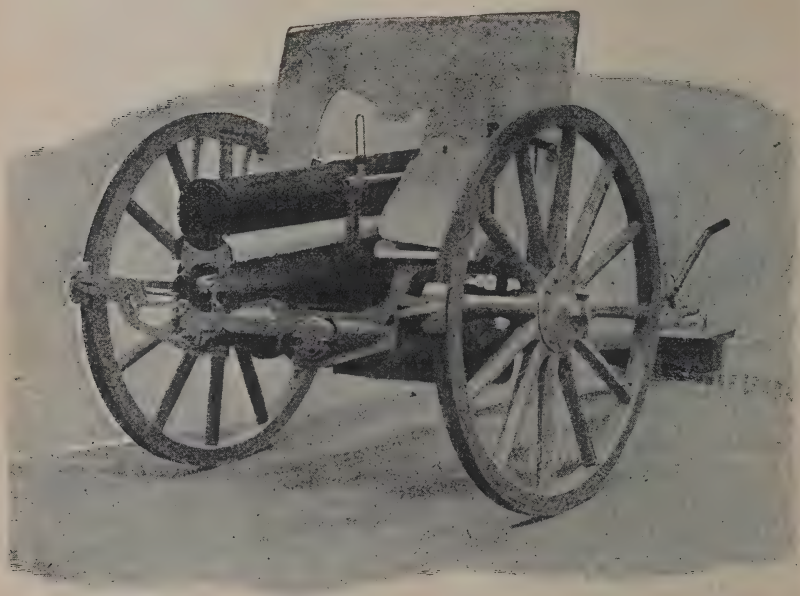


Fig. *n*. — Obusier de campagne de 10cm,5.

L'avant-train de la pièce et celui du caisson sont semblables et transportent en général 36 coups ; l'arrière-train de caisson est divisé par une cloison transversale en deux moiti éssemblables, correspondant chacune à un coffre d'avant-train. Le caisson transporte donc au total 112 coups.

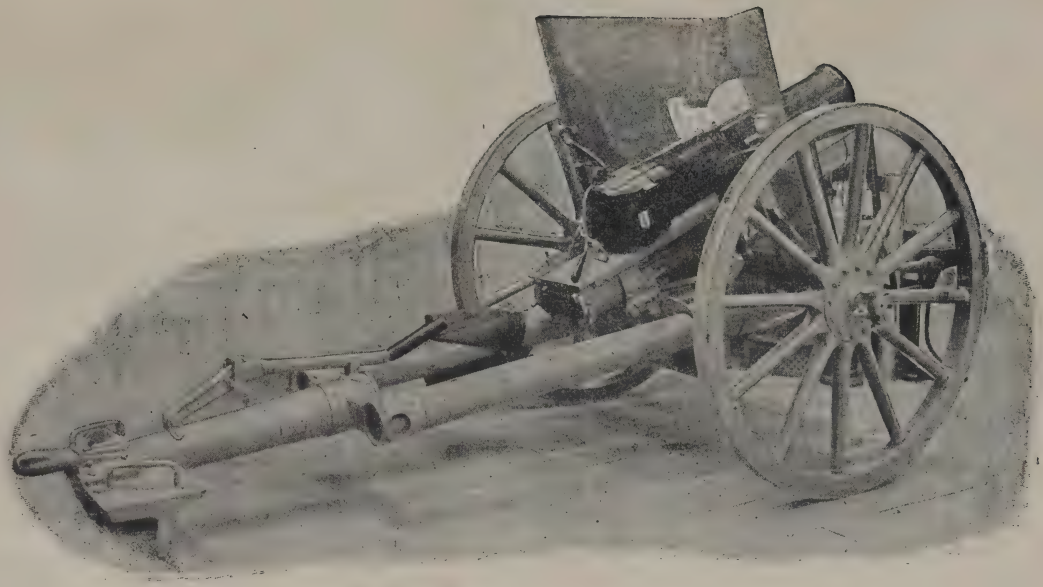


Fig. *o*. — Obusier de campagne de 10cm,5.

Six servants peuvent prendre place sur chaque caisson : trois sur l'avant-train et trois sur l'arrière-train face en arrière (1).

Obusier léger de campagne de 10cm,5 (fig. *n, o, p* et *q*).

Cette pièce est, comme les canons de campagne étudiés plus haut, à recul sur l'affût et à frein hydraulique. L'affût est également formé de tubes d'acier, mais ici la flèche a la forme d'une fourche rectangulaire entre les deux branches de laquelle l'arrière du berceau peut descendre, disposition commode pour le tir sous de grands angles.

La fermeture est à vis ogivale, du type dit *Kammverschluss*.

Les roues sont en bois, les boucliers sont à rotation (fig. *p*), comme il sera expliqué plus loin.

En raison du peu de distance entre les tourillons et la culasse, la pièce à la position de route présente une certaine prépondérance de volée : on a remédié à cet inconvénient au moyen de deux puissants ressorts héliçoïdaux enroulés autour de l'essieu des deux côtés du berceau (ces ressorts sont visibles sur la figure *o*).

L'avant-train de cette pièce est analogue à celui des canons de campagne ; il transporte 12 obus brisants et 13 shrapnels. Les projectiles y sont disposés dans des paniers en osier comme pour le canon, mais ils sont placés debout. Il en est de même dans le caisson (1) [fig. *q*].

Canon de montagne de 75mm (fig. *r* et *s*).

Cette pièce est encore du système à recul sur l'affût.

La flèche en tubes d'acier a la même forme en fourche rectangulaire que celle de l'obusier, ce qui présente le même avantage. De plus, la branche postérieure unique formant flèche peut se replier en avant autour de la tra-

(1) Pour les renseignements numériques, voir le tableau de la page 477.

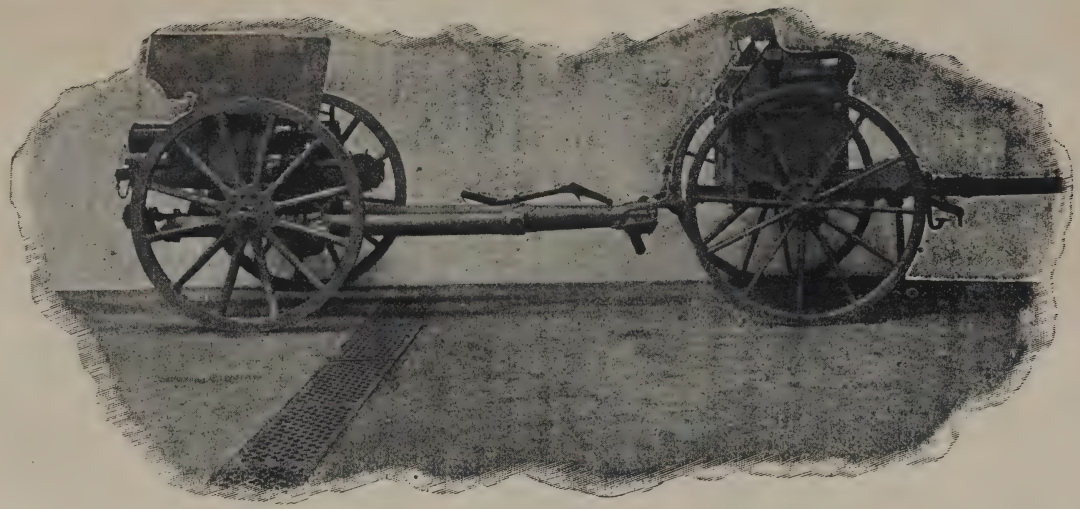


Fig. *p*. — Obusier de campagne de 10cm,5 en ordre de route.

Fig. 9. — Caisson de l'obusier de campagne de 10cm,5.

verse réunissant les deux branches latérales, ce qui réduit la longueur pour la route, disposition avantageuse tant pour la traction à la limonière que pour le transport à dos de mulet.

Les branches de la flèche portent deux sièges à rabattement pour les servants.

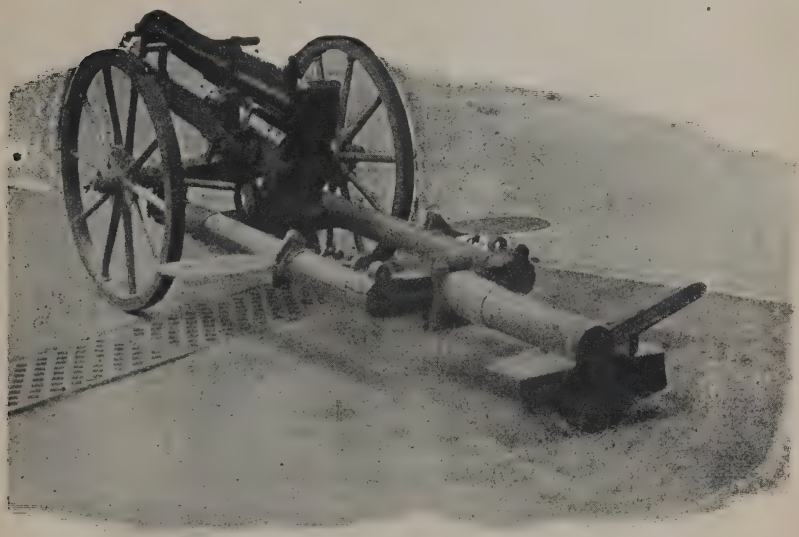


Fig. *r*. — Canon de montagne de 75mm en batterie.

Une pièce de ce type était présentée en batterie, une seconde, sous forme de modèles en bois, était exposée démontée et chargée sur 4 mulets. La répartition des charges est la suivante :

1er mulet. — Affût inférieur, avec sièges, bêche et levier de pointage (écouvillon et levier de chargement logés dans les tubes de la flèche) ;

2e mulet. — Affût supérieur avec cylindre de frein, récupérateur, et appareil de pointage ;

3e mulet. — Pièce avec fermeture de culasse et plaques latérales de protection du frein ;

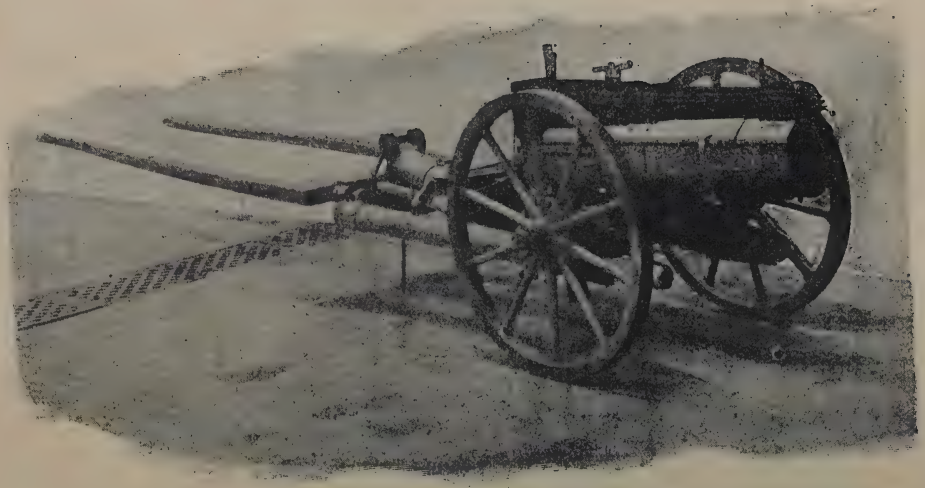


Fig. *s*. – Canon de montagne de 75mm en ordre de route.

4e mulet. — Essieu, roues, limonière et deux caisses d'accessoires.

Un cinquième mulet porte deux caisses à munitions.

Données numériques (1).

[Pièces de campagne et de montagne.]

		CANON DE CAMPAGNE DE 75mm.			OBUSIER de campagne de 10cm,5.	CANON de montagne de 75mm.
		A fermeture Nordenfelt.	A fermeture à vis ogivale.	A fermeture à coin.		
Longueur en calibres. . . .			31		12	14
— de la pièce	m		2,325		1,26	
Nombre de rayures.			28		36	
Poids de la pièce avec fermeture de culasse	kg	390	375	325	335	140
Poids de l'affût (avec boucliers pour les pièces de campagne).	—	610	625	600	810	236
Poids de la pièce en batterie.	—	1 000	1 000	925	1 145	376
— de l'avant-train vide. .	—		370		432	
— — chargé.	—		775		875	
— de la voiture-pièce (avec servants).	—	1 775	1 775	1 700	2 020	
Hauteur de l'axe de la pièce.	m	1	1,025	1,033	1,09	0,7
Diamètre des roues.	—		1,30		1,36	0,8
Largeur des jantes	—		0,07		0,065	
— de la voie	—		1,40		1,485	
Angle de tir maximum . . .			17°		43°	27°
— minimum. . . .			— 7°		— 10°	— 15°
Champ de tir latéral total . .			7°		6°	6°20
Poids de la charge de poudre.	kg	0,53	0,53	0,5	0,3 (charge maximum).	0,3
— du projectile. Shrapnel .		6,5	6,5	6,35	12,9	5,3
— du projectile. Obus .					14,26	
— des balles du shrapnel.	gr		10 à 11			
Vitesse initiale	m		500		300 (avec charge maximum).	320

J. Pesseaud,
Capitaine d'artillerie.

(A suivre.)

(1) Ces données numériques sont extraites en général du catalogue de la maison Ehrhardt; quelques-unes sont empruntées à diverses revues militaires étrangères.

RENSEIGNEMENTS DIVERS

Allemagne : Concours de tracteurs à alcool. — Nous avons déjà annoncé (1) que le ministère de la guerre et le ministère de l'agriculture allemands avaient institué un concours de tracteurs à alcool, et nous en avons fait connaître les principales conditions. La date à laquelle les machines devront être prêtes est maintenant reportée au 15 novembre de cette année. Les concurrents auront à faire leur déclaration avant le 1er novembre. La date du commencement des épreuves et la région où elles auront lieu seront indiquées au plus tard le 15 octobre 1903. On sait que des tracteurs à alcool sont déjà en essai dans les troupes de communication.

(D'après *Ueberall, illustrierte Wochenschrift für Armee und Marine,* n° 22.)

Angleterre : Conclusions de la Commission militaire des automobiles sur le concours d'Aldershot. — La *Revue* a rendu compte antérieurement (2) du concours d'automobiles lourds organisé par le War-Office anglais à Aldershot à la fin de 1901, mais elle n'avait pu à cette époque faire connaître dans toute leur étendue les conclusions du rapport officiel de la Commission militaire, rapport présenté au Parlement anglais (3). Il peut être intéressant de combler aujourd'hui cette lacune.

---

(1) Voir *Revue d'artillerie,* t. **61**, novembre 1902, p. 141.

(2) Voir *Revue d'artillerie,* t. **58**, p. 34, et t. **60**, p. 104.

(3) *Report on trials of self-propelled lorries for military purposes held at Aldershot from 4th to 29th december 1901, presented to Parliament by command of His Majesty.* London, 1902.

Avis et propositions de la Commission.

1. — La Commission, après avoir examiné quel était le rendement réel de chaque automobile en se plaçant surtout au point de vue de l'aptitude des véhicules aux usages militaires, propose de décerner :

Le 1er prix à la voiture Thornycroft, nº 6;
Le 2e — Foden, nº 3;
Le 3e — Straker, nº 5.

2. — Elle propose en outre d'acheter les deux premières voitures pour l'armée.

3. — Les épreuves d'Aldershot ont montré que les voitures à vapeur précitées constituent de bons engins, pratiquement utilisables dès maintenant, et devant rendre vraisemblablement de grands services au point de vue militaire partout où on pourra se procurer l'eau et le combustible nécessaires.

La Commission appelle en outre l'attention sur la grande aptitude aux usages militaires des automobiles munis de moteur à explosion utilisant le pétrole lourd (1), aptitude qui résulte de la faible consommation de combustible et de la suppression pratique des difficultés de réapprovisionnement en eau avec la voiture (2) qui a pris part au concours.

4. — Les épreuves ont montré que des camions automobiles pouvaient transporter 5 tonnes à une vitesse de 6 milles (9 655 m) à l'heure, à des distances considérables, sur des routes moyennement accidentées, pendant la saison d'hiver. Avec les voitures réglementaires il aurait fallu, pour effectuer le même transport, trois voitures attelées de 12 chevaux (3) et la vitesse normale n'aurait pas dépassé 3 milles (4 827 m) à l'heure. En outre, le parcours de 197 milles (317 km) en 6 jours consécutifs sur des routes accidentées n'aurait pu être effectué sans chevaux de relais.

5. — La preuve est faite que les transports mécaniques ont de nombreux avantages et méritent de faire l'objet d'essais beaucoup plus étendus.

6. — En ce qui concerne le type de voiture, la Commission a été amenée à modifier quelque peu ses idées premières. Elle a, en effet, constaté fréquemment les inconvénients de la remorque qui empêche la marche arrière, et elle estime qu'un camion automobile ne remorquant qu'une seule voiture présente tous les désa-

(1) Pétrole lampant.
(2) Voiture Milnes Daimler de 5 tonnes.
(3) Sans compter les chevaux de selle des gradés.

vantages qui résultent de l'emploi de la remorque sans posséder l'ensemble des avantages que peut procurer ce système.

Elle pense que, pour un service rapide de distribution aux troupes sur une ligne rapprochée du front, le camion porteur est à préférer, mais elle est d'avis que pour les transports d'approvisionnements considérables destinés à former des dépôts, le meilleur système est le tracteur puissant remorquant un train automobile.

7. — La Commission propose en conséquence de mettre à l'essai des camions du type suivant :

Charge utile, 3 tonnes ; moteur à explosion consommant du pétrole lourd ; poids aussi réduit que le permettra la nécessité d'avoir une adhérence suffisante; roues de grand diamètre, à jante large, pouvant être munies rapidement de patins en terrain marécageux; vitesse susceptible d'atteindre 8 milles (12 874 m) à l'heure ; plateforme d'une étendue suffisante.

8. — La Commission croit devoir appeler l'attention sur la démonstration qui a été faite pendant les épreuves de l'*innocuité absolue pour les routes* de véhicules dépassant considérablement au point de vue du poids et de la vitesse les fixations réglementaires et munies de roues à bandages *striés* (*strips*), lorsque ces roues ont un grand diamètre et des jantes larges.

Il est désormais établi que les prescriptions en vigueur sont inutilement restrictives quand elles viennent entraver le développement d'un système de transport et d'une industrie qui présentent la plus haute importance.

La Commission insiste pour que la question soit portée devant les autorités compétentes. Elle est persuadée que la suppression des restrictions actuelles permettra d'assimiler les types d'automobiles du commerce et ceux de l'armée ; or, non seulement cette suppression présente une importance militaire considérable, mais encore elle aura sur le développement de l'industrie et du commerce l'influence la plus favorable.

On voit l'intérêt que présentent les opinions émises par la Commission militaire anglaise des automobiles sur un certain nombre de questions actuellement pendantes dans les diverses armées européennes. Nous signalerons tout particulièrement l'assertion qui concerne l'*innocuité* de la circulation d'automobiles lourds pour les routes. C'est là un point très important sur lequel la *Revue* aura l'occasion de revenir, une opinion contraire

à celle de la Commission anglaise ayant souvent été émise à ce sujet dans notre pays.

Russie : Cours de tir des officiers d'artillerie en 1902. — *Tirs de campagne.* — Le cours a duré plus de sept mois :

Les mois de février, mars et avril ont été consacrés surtout aux exercices théoriques, tandis que la période s'étendant du 1er mai au 6 septembre a été employée exclusivement aux exercices pratiques (manœuvres de cadres à Krasnoe-Selo, visite de la forteresse de Kronstadt, tirs à Oust-Ijora et à Krasnoe-Selo). Le programme comportait, outre les tirs ordinaires de batterie, des tirs à double action et des tirs de groupe exécutés dans une situation tactique déterminée.

Le cours a été suivi par 61 officiers russes (49 capitaines et 11 lieutenants-colonels) et 8 officiers étrangers (4 serbes et 4 bulgares).

Tirs de forteresse. — La période d'instruction a été de huit mois et demi : les cours théoriques et les exercices préparatoires ont duré du 10 janvier au 15 mai. Les tirs ont eu lieu à Otchakov du 20 mai au 25 septembre. Le polygone fut complètement organisé; on arma des batteries de position et on fit des instructions spéciales pour pointeurs, observateurs et téléphonistes.

Le cours a été suivi par 11 capitaines russes et 5 officiers bulgares.

(D'après le *Rousskiï Invalid,* n° 273 de 1902.)

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME 61

(OCTOBRE 1902 — MARS 1903)

1re livraison. — Octobre 1902.

Pages.

I. — **Le Matériel français de 75**, par le général José M. Pérez, de l'armée mexicaine 5

II. — **La nouvelle artillerie de campagne italienne. — Manuel de tir**, par le lieutenant d'artillerie M. Blaise. . . . 27

III. — **Méthode de correction automatique de la dérivation et de l'influence du vent**, par le lieutenant d'artillerie L. Bourdelles. 54

IV. — **Renseignements divers.** — *Italie :* Nouvelles désignations du matériel d'artillerie. 69

V. — **Nécrologie.** — M. le général de brigade Herment . . . 71

2e livraison. — Novembre 1902.

I. — **Étude sur le rôle et le dressage des éclaireurs d'artillerie**, par le capitaine d'artillerie L. Claudot 73

II. — **Organisation d'un champ de tir pour batteries à tir rapide**, par le chef d'escadron d'artillerie G. Aubrat. . . 103

III. — **Curiosités cyclistes. — Changements de vitesse**, par L. F 130

IV. — **Renseignements divers.** — *Allemagne :* Concours de tracteurs à alcool. 141

V. — **Nécrologie.** — M. le général de division Canu (149). — M. le général de brigade Abraham (152) 149

3e livraison. — Décembre 1902.

I. — **Canons de bataillon. — Mitrailleuses. — Canons automatiques**, par le chef d'escadron d'artillerie J. Warin . . 153

II. — **Organisation d'un champ de tir pour batteries à tir rapide** (*fin*), par le chef d'escadron d'artillerie G. Aubrat. 171

Pages.

III. — **Curiosités cyclistes.**

A) **La bicyclette « Rétro-Directe »**, par le capitaine d'artillerie territoriale PERRACHE 186

B) **Changements de vitesse** (*suite*), par L. F. 226

IV. — **Renseignements divers.** — *Autriche-Hongrie :* Adoption de charges divisées pour les mortiers de 15cm et les canons de 18cm de siège (237). — Passage d'obstacle par l'artillerie (238) 237

V. — **Nécrologie.** — M. le général de brigade DE DOUVRES . 239

4e livraison. — Janvier 1903.

I. — **L'artillerie à l'Exposition de Düsseldorf. — Matériel Krupp** (*avec deux planches*), par le capitaine d'artillerie J. PESSEAUD 241

II. — **Manuel de tir de l'artillerie de campagne russe,** par le lieutenant-colonel d'artillerie P. BRONGNIART 288

III. — **Renseignements divers.** — *Angleterre :* Création de compagnies de transport mécanique (314). — *Danemark :* Commande de canons Krupp (314). — *Italie :* Anneau de sécurité du major Casali pour le tir à la cible des armes portatives (318). — *Roumanie :* Formation de deux batteries d'obusiers (322) 314

IV. — **Nécrologie.** — M. le colonel REGNIER 323

5e livraison. — Février 1903.

I. — **Le funiculaire du Grand Jer** (*avec cinq planches*), par le capitaine d'artillerie G. NONY 325

II. — **L'artillerie à l'Exposition de Düsseldorf. — Matériel Krupp** (*suite*), par le capitaine d'artillerie J. PESSEAUD. . . 379

III. — **Renseignements divers.** — *États-Unis :* Adoption d'un nouveau canon de campagne (391). — *Turquie :* Achat de canons et de fusils en Allemagne (392) 390

IV. — **Nécrologie.** — M. le général de division LADVOCAT (393). — M. le général de brigade PUTZ (401) 393

6e livraison. — Mars 1903.

Pages.

I. — **Essai sur l'art de conjecturer**, par le chef d'escadron d'artillerie J. E. Estienne 405

II. — **L'artillerie à l'Exposition de Düsseldorf** (*suite*). — **Matériel Ehrhardt** (*avec une planche*), par le capitaine d'artillerie J. Pesseaud 450

III. — **Renseignements divers.** — *Allemagne :* Concours de tracteurs à alcool (478). — *Angleterre :* Conclusions de la Commission militaire des automobiles sur le concours d'Aldershot (478). — *Russie :* Cours de tir des officiers d'artillerie en 1902 (481) 478

IV. — **Table des matières du tome 61.** 482

PLANCHES

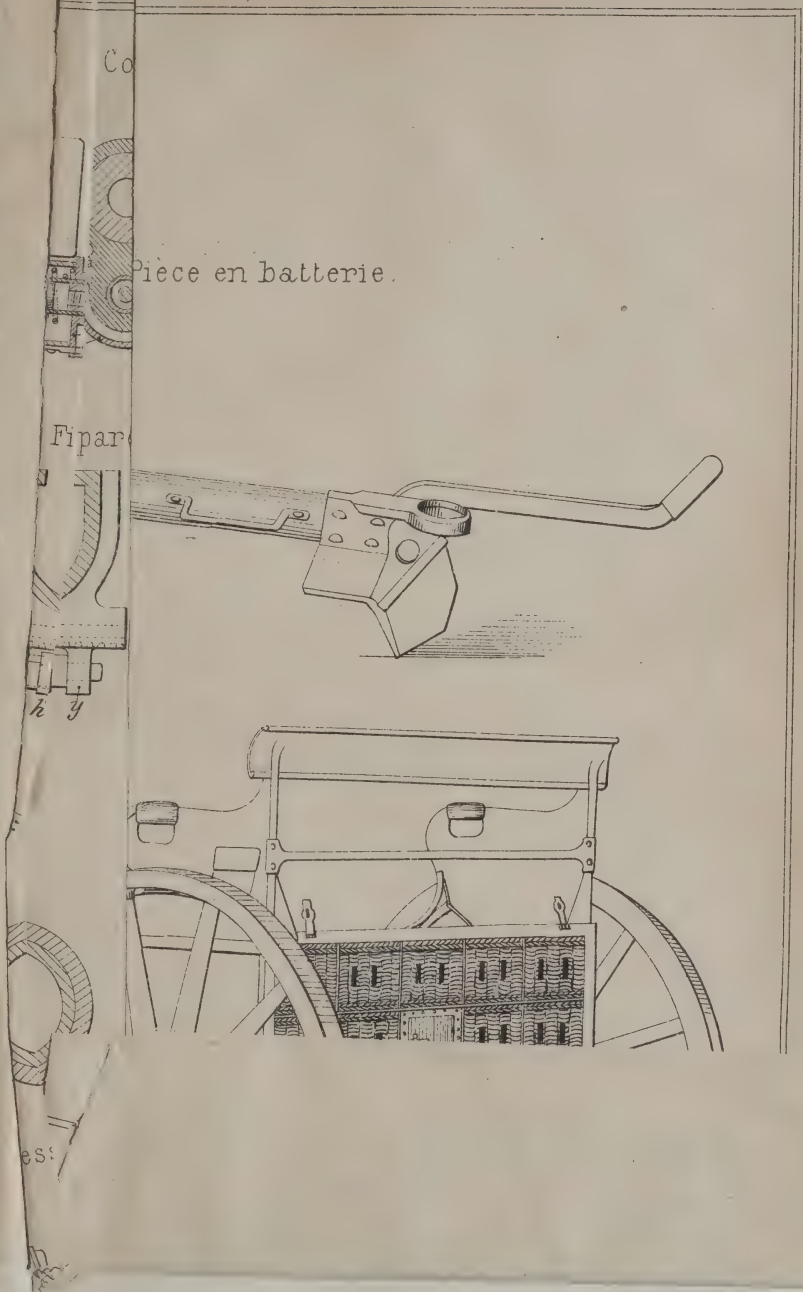
Artillerie à l'Exposition de Düsseldorf :

I et II. — Matériel Krupp.
VIII. — Matériel Ehrhardt.

Funiculaire du Grand Jer :

III. — Mécanisme, voie, voitures.
IV. — Usine de Lugagnan.
V. — Usine de Vizens.
VI. — Distribution de l'énergie électrique.
VII. — Organes de sécurité.

Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie.


Co
Piece en batterie.
Fipar
h
y
es:

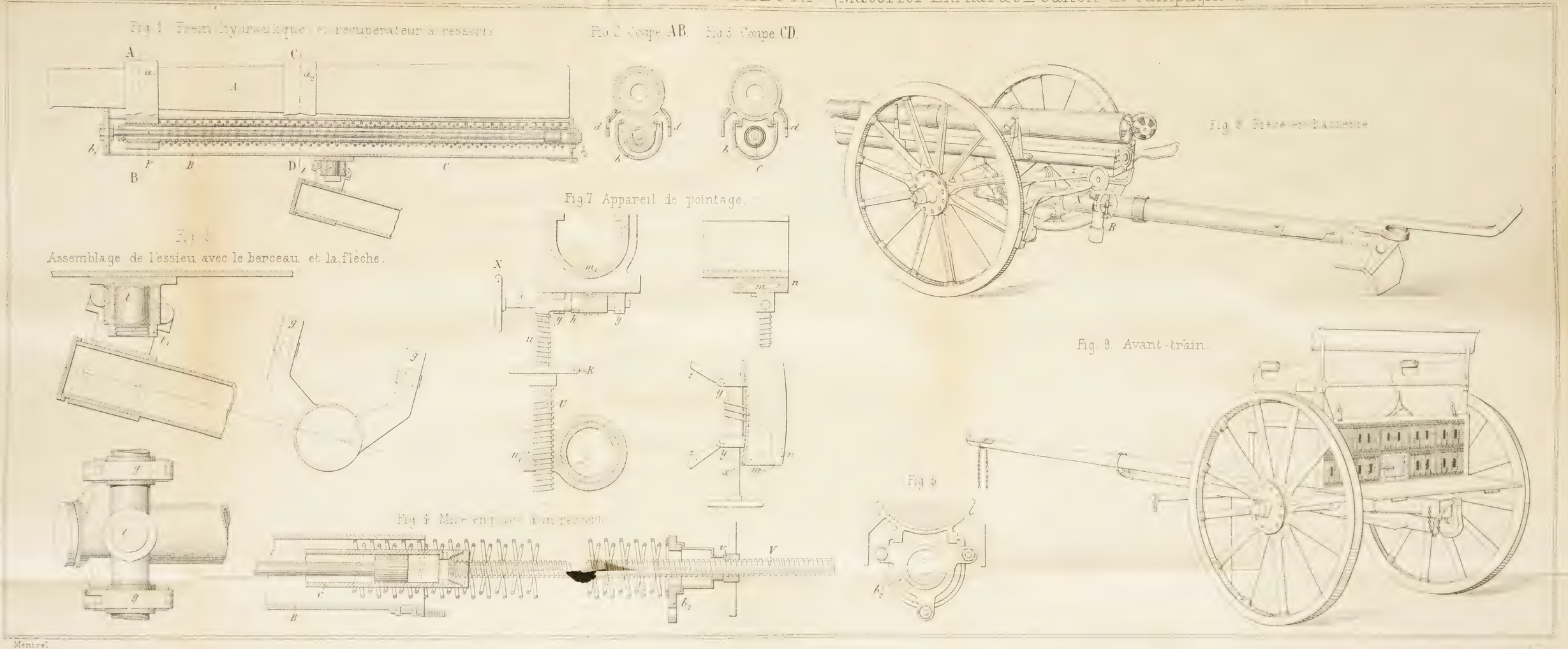


Fig. 1 Frein hydraulique et récupérateur à ressorts
Fig. 2 Coupe AB.
Fig. 3 Coupe CD.
Fig. 7 Appareil de pointage.
Fig. 8 Prise en batterie
Fig. 9 Avant-train.
Fig. 4
Assemblage de l'essieu avec le berceau et la flèche.
Fig. 5 Mise en place du ressort
Fig. 6

Mentrel

L'ARTILLERIE A L'EXPOSITION DE DÜSSELDORF (Matériel Krupp).

Fig. 3 Canon de côte de 15 cm.

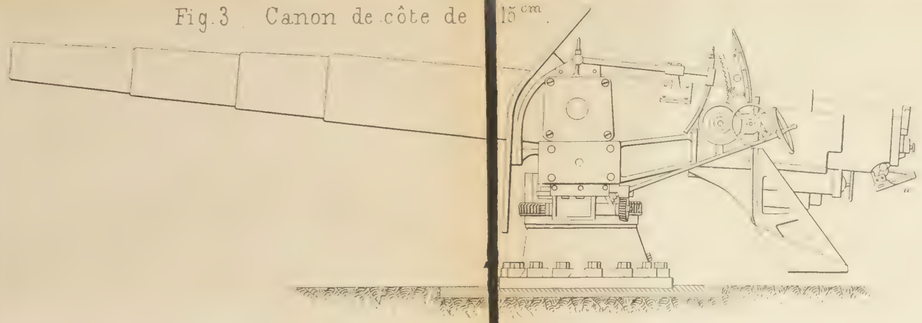


Fig. 2 Canon de bord de 19 cm.

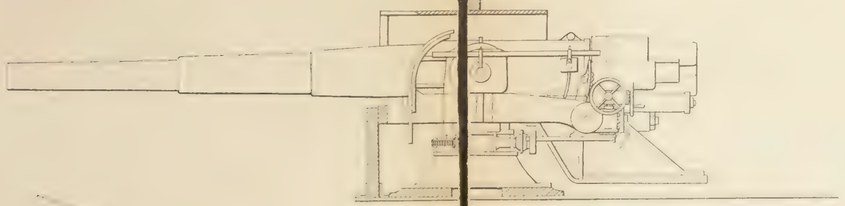


Fig. 1 Canon de côte de 30 cm.

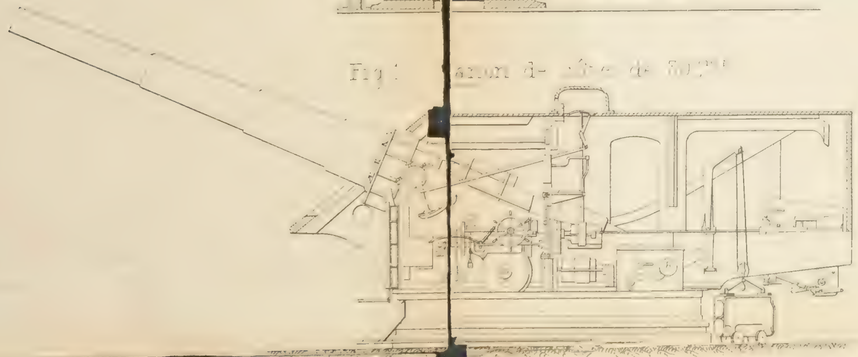


Fig. 7 Obusier de campagne de 10 cm à bêche de crosse élastique.

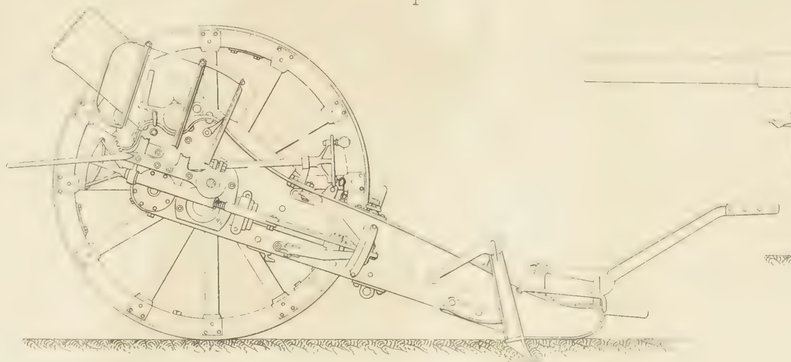


Fig. 8 Obusier de campagne de 11 cm à recul sur l'affût.

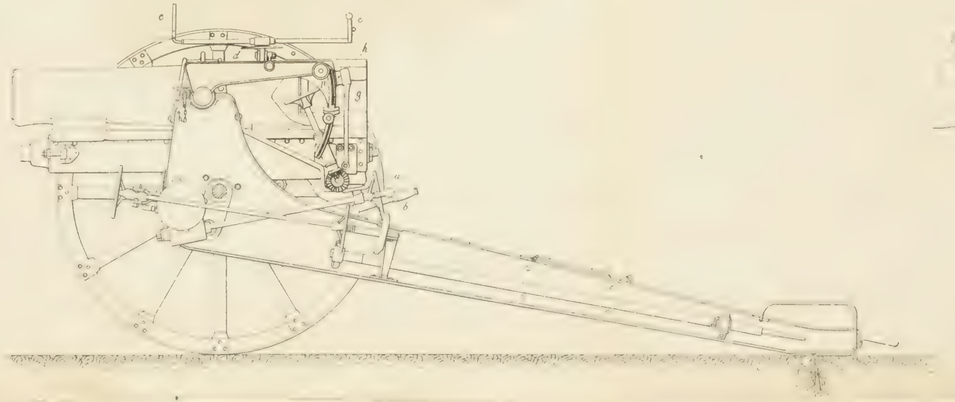


Fig. 6 Canon de campagne de 75 mm à bêche de crosse élastique mod. 1902.

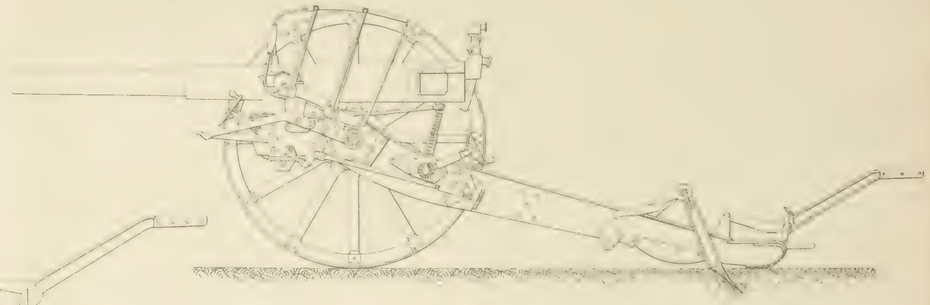


Fig. 4 Canon de campagne de 7 cm.

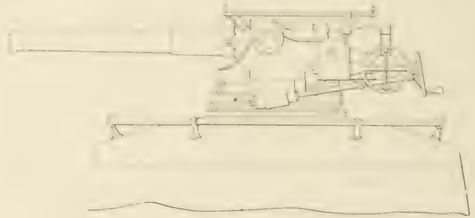


Fig. 5 Canon de côte de 21 cm sur affût à éclipse.

Canon de montagne de 75mm à bêche de crosse élastique.

Fig. 1. Mulet de pièce.

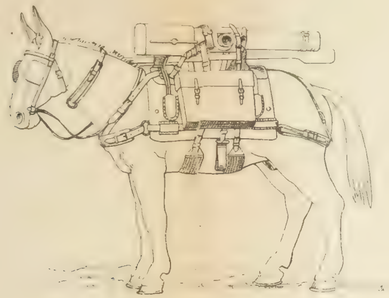


Fig. 2. Mulet d'affût.

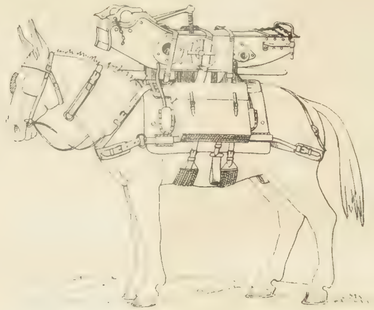


Fig. 3. Mulet de limonière.

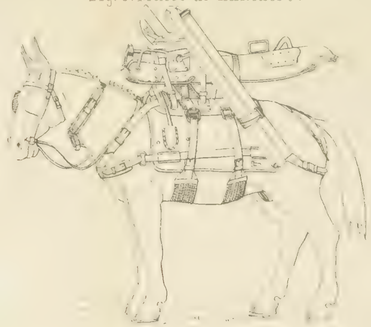
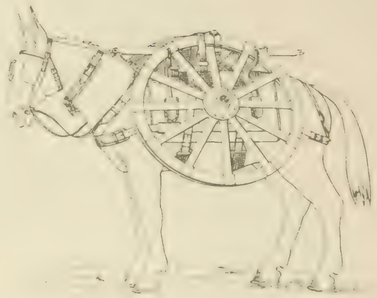


Fig. 4. Mulet de roues.



Canon colonial de 60mm.

Fig. 5.

Pièce en batterie.

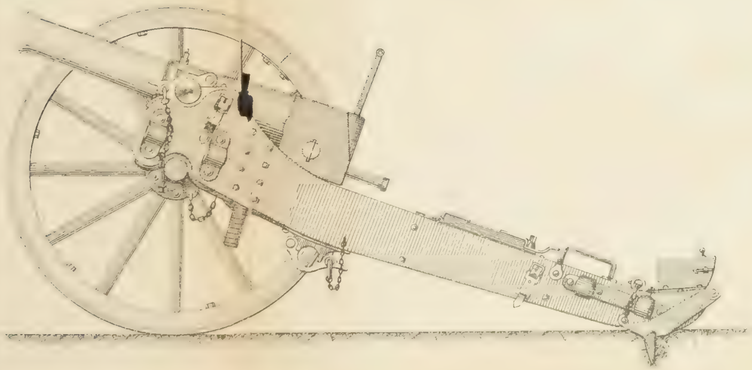


Fig. 6. Transport de la pièce à bras d'homme.

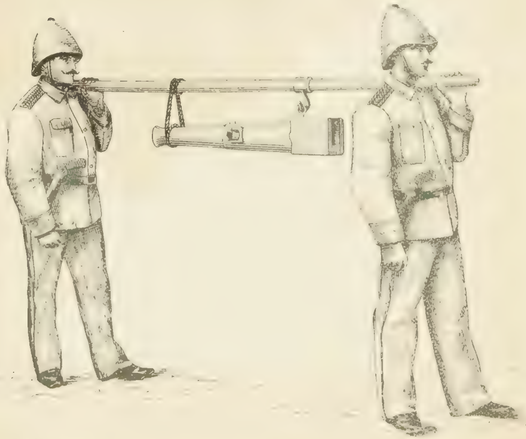
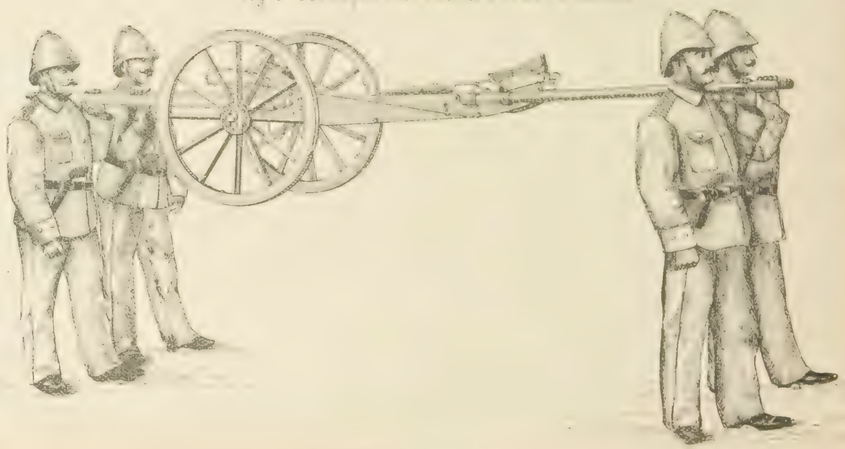


Fig. 7. Transport de l'affût à bras d'homme.



Mouzin.

Imp. Lith. Bouchet, Chaix & Cie.

FUNICULAIRE DU GRAND JER (Mécanisme, Voie, Voitures.)

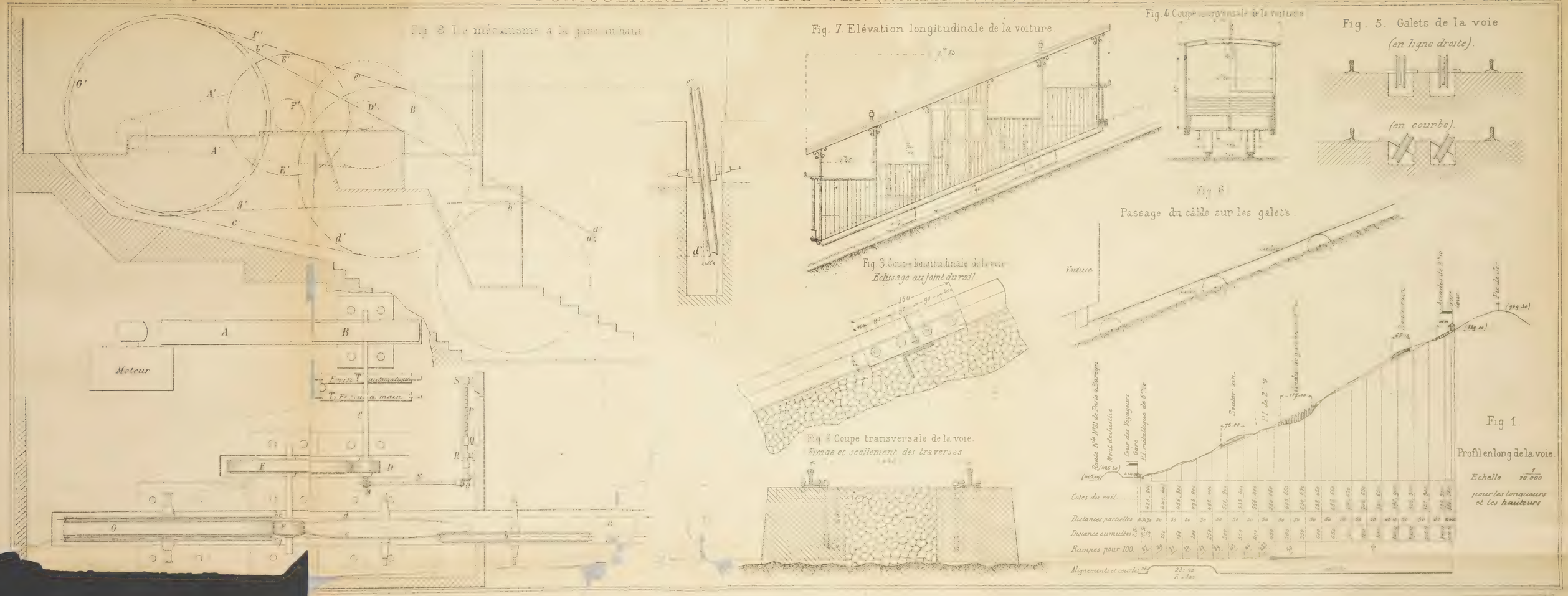


Fig. 11.
Coupe du régulateur de la turbine.

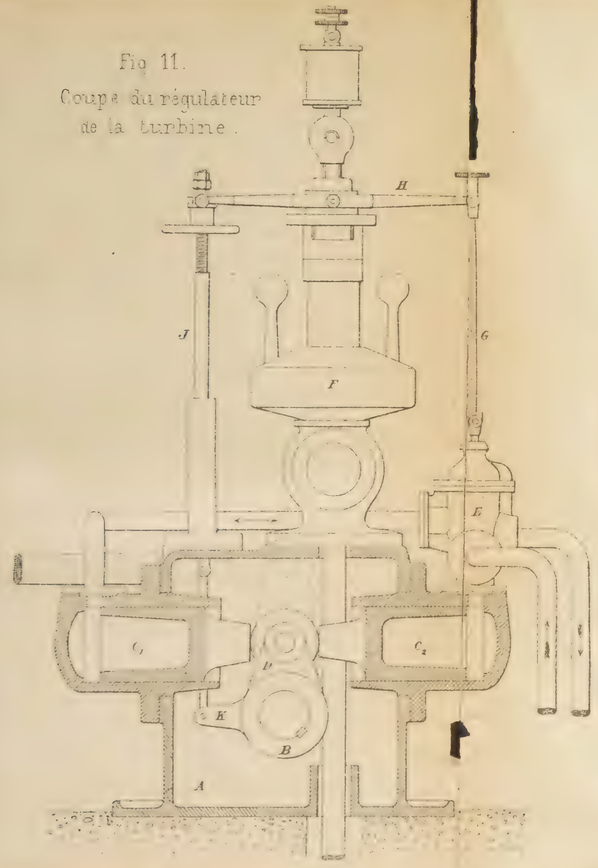


Fig. 9. Installation de l'alternateur et de la turbine.

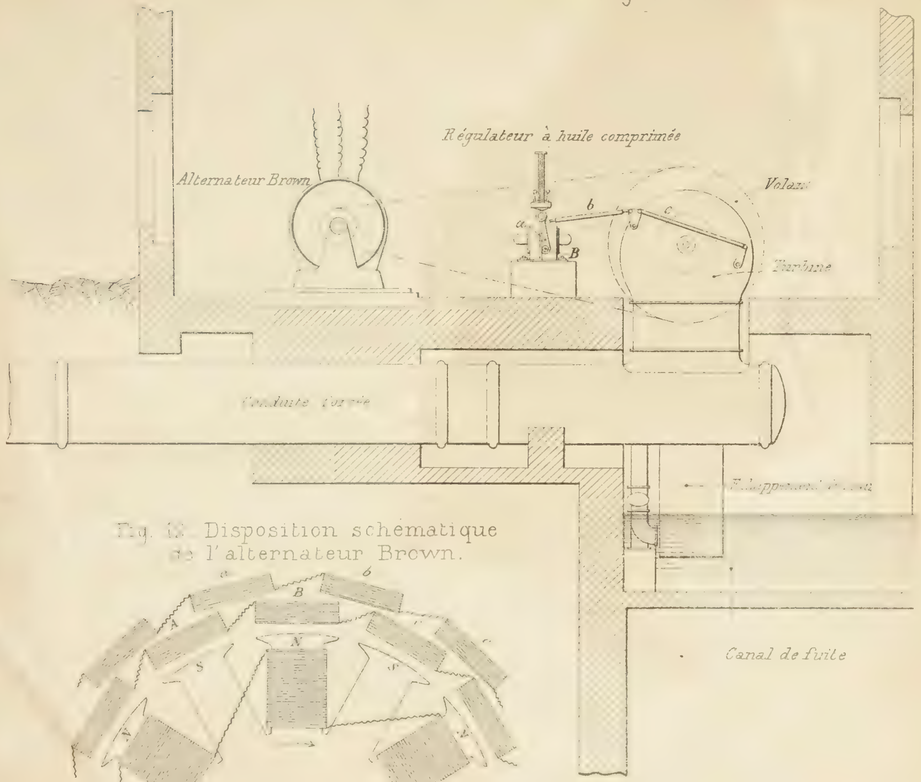


Fig. 10. Détail de la turbine Francis

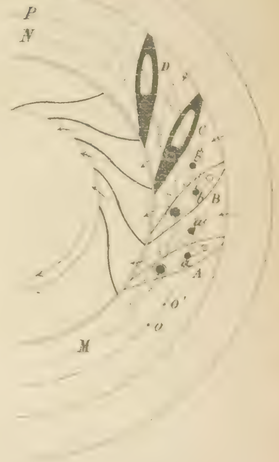
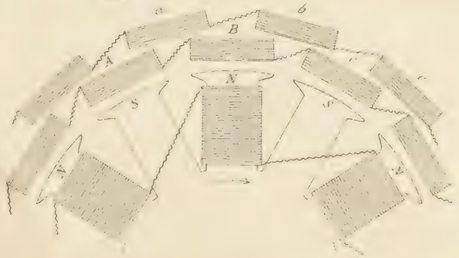


Fig. 12. Disposition schématique de l'alternateur Brown.



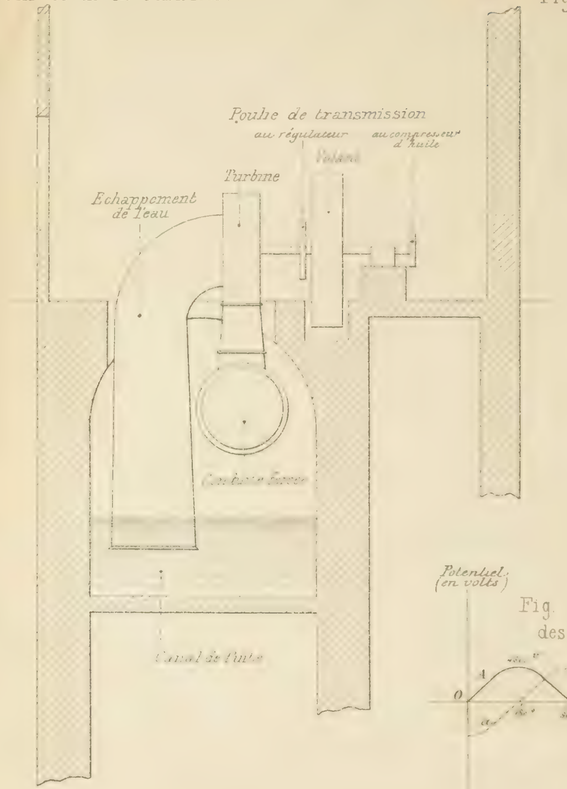
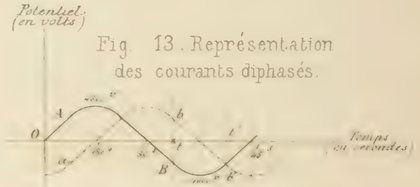


Fig. 13. Représentation des courants diphasés.



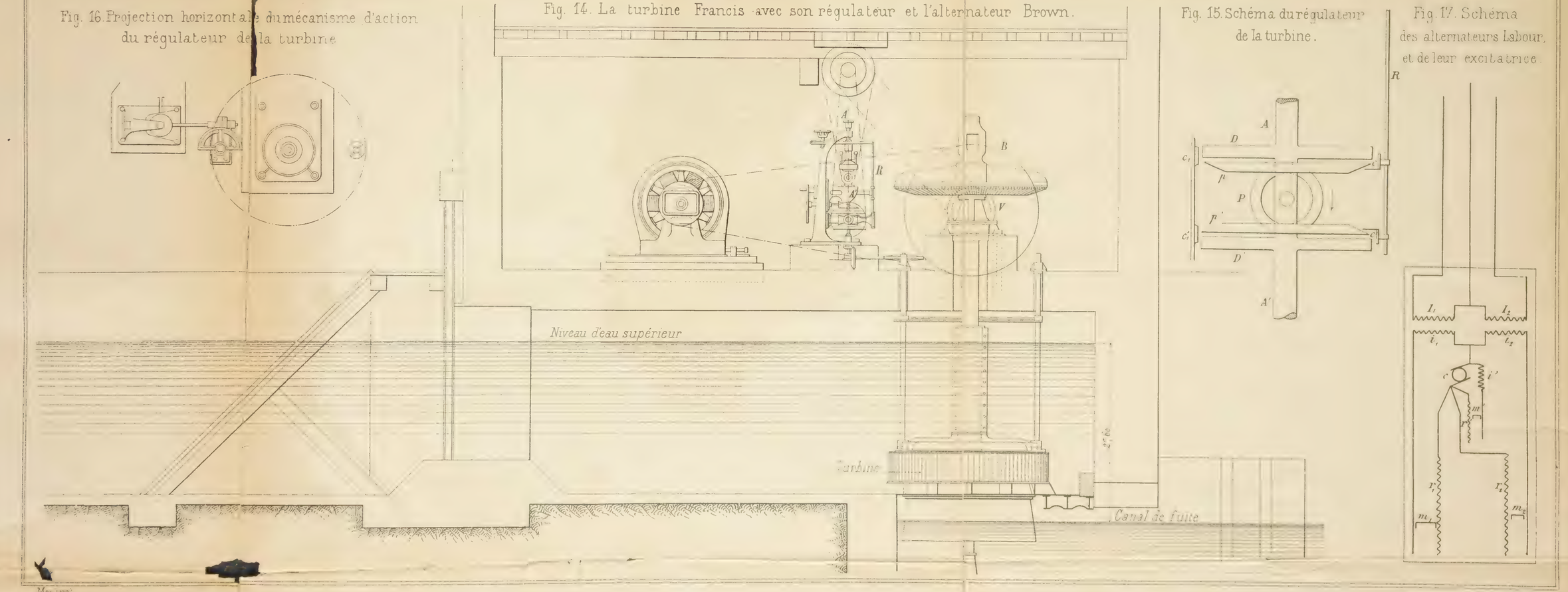
FUNICULAIRE DU GRAND JER (Usine de Vizens).

Fig. 16. Projection horizontale du mécanisme d'action du régulateur de la turbine.

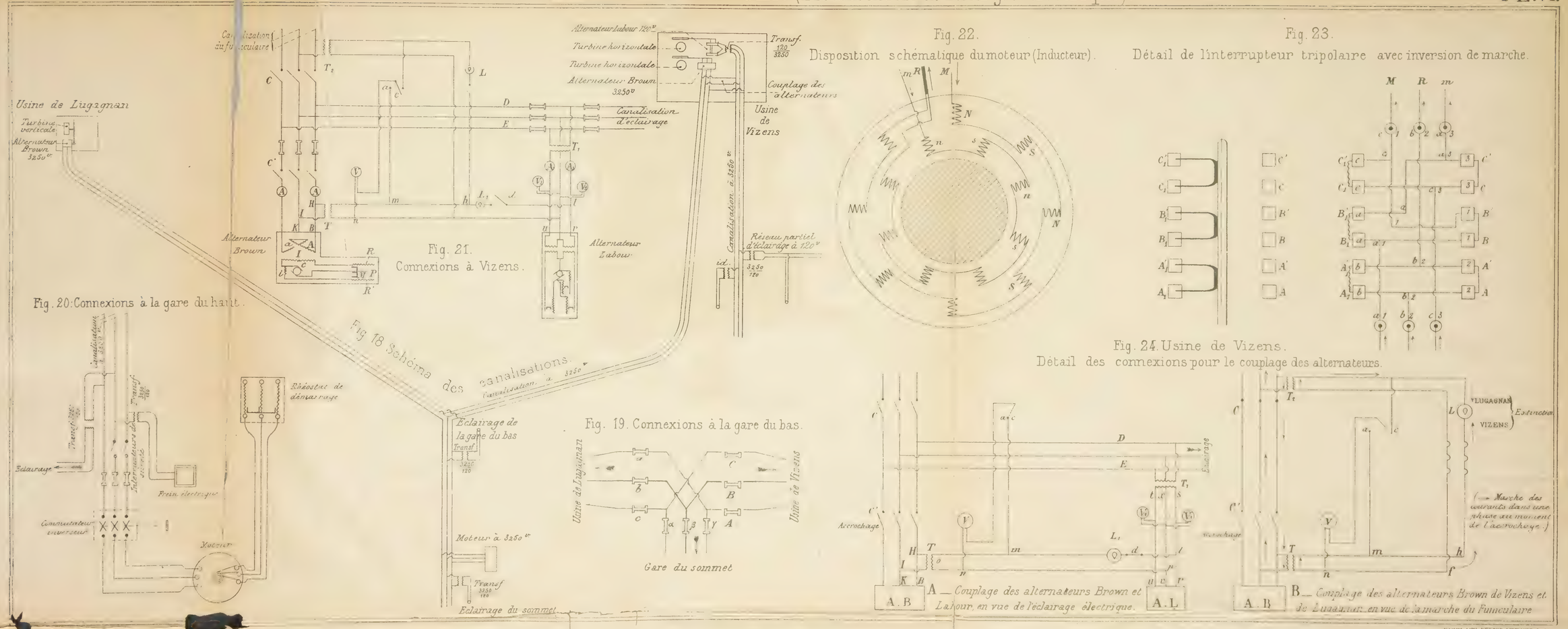
Fig. 14. La turbine Francis avec son régulateur et l'alternateur Brown.

Fig. 15. Schéma du régulateur de la turbine.

Fig. 17. Schéma des alternateurs Labour, et de leur excitatrice.

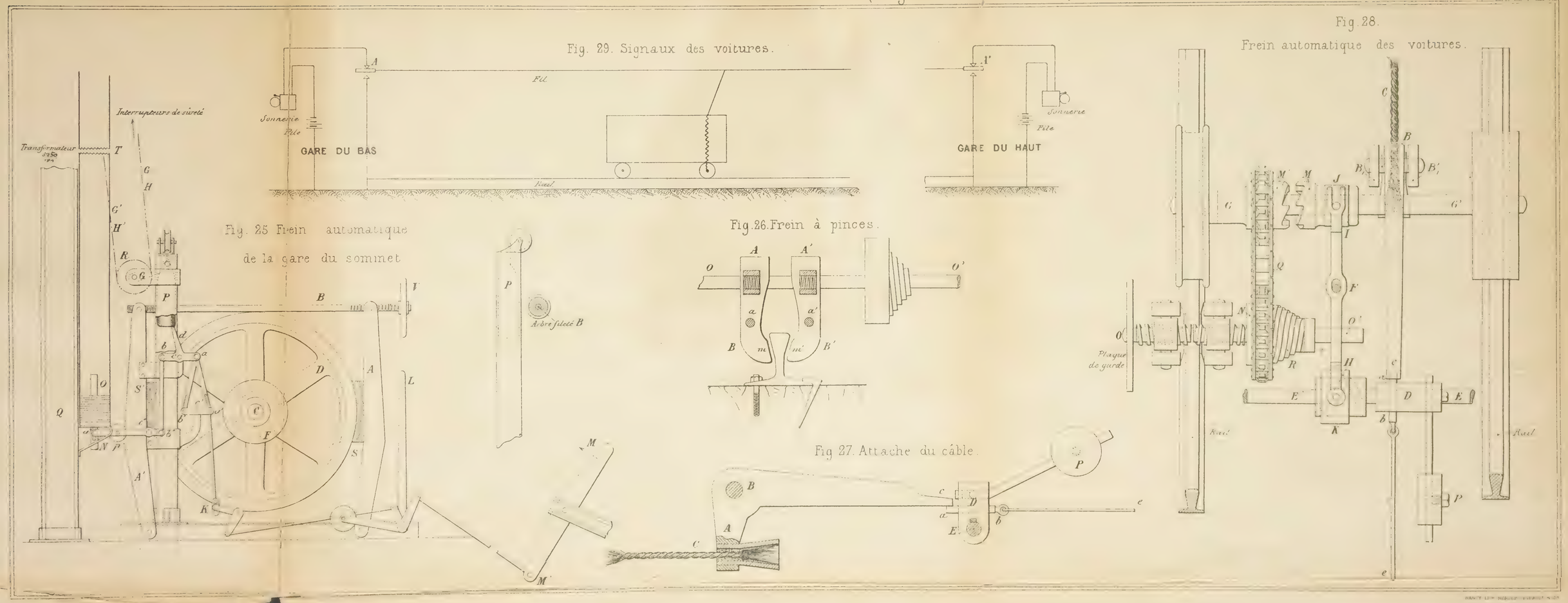


NANCY LITH. BERGER-LEVRAULT & Cie



NANCY LITH. BERGER LEVRAULT & Cie

FUNICULAIRE DU GRAND JER. (Organes de sécurité).



UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 098209536